КАНАЛ МОСКВА ВОЛГА

ГИДРОМЕХАНИЗАЦИЯ

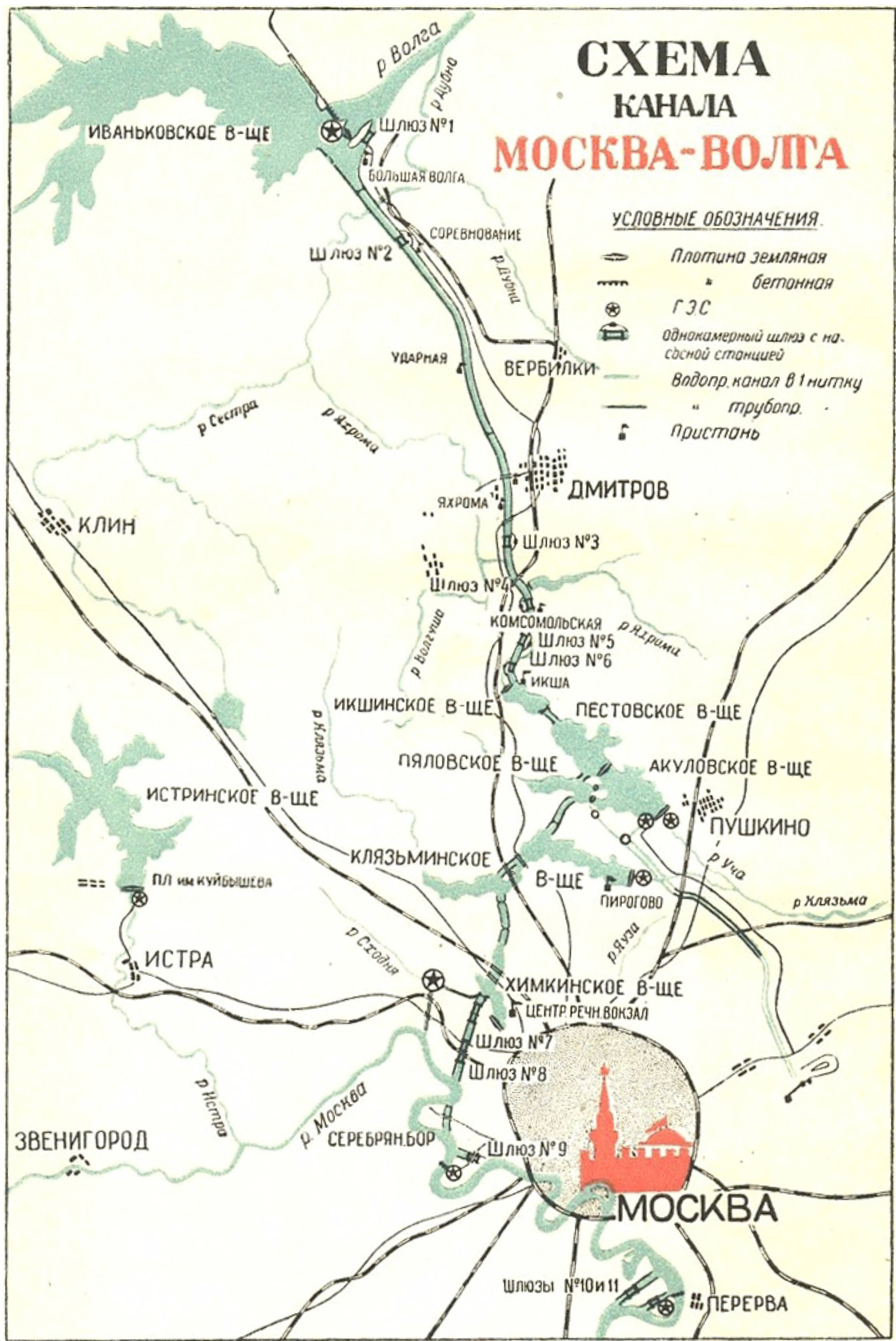
1932—1937

СТРОЙИЗДАТ · 1940



Пролетарии всех стран, соединяйтесь!




СХЕМА
КАНАЛА
МОСКВА-ВОЛГА
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.
Плотина земляная
" бетонная
ГЭС
Однокамерный шлюз с насосной станцией
Водопр. канал в 1 нитку
" трубопр.
Пристань
р Волга
р Дубна
ИВАНЬКОВСКОЕ В-ЩЕ
Шлюз №1
БОЛЬШАЯ ВОЛГА
СОРЕВНОВАНИЕ
Шлюз №2
УДАРНАЯ
ВЕРБИЛКИ
р Сестра
р Яхрома
ДМИТРОВ
ЯХРОМА
КЛИН
Шлюз №3
Шлюз №4
КОМСОМОЛЬСКАЯ
р Яхрома
Шлюз №5
Шлюз №6
ИКША
р Волгуша
ИКШИНСКОЕ В-ЩЕ
ПЕСТОВСКОЕ В-ЩЕ
р Клязьма
ПЯЛОВСКОЕ В-ЩЕ
АКУЛОВСКОЕ В-ЩЕ
ИСТРИНСКОЕ В-ЩЕ
ПУШКИНО
КЛЯЗЬМИНСКОЕ
В-ЩЕ
р Уча
ПЛ им КУЙБЫШЕВА
ПИРОГОВО
р Клязьма
р Сходня
р Яуза
ИСТРА
ХИМКИНСКОЕ В-ЩЕ
ЦЕНТР. РЕЧН. ВОКЗАЛ
Шлюз №7
Шлюз №8
р Истра
р. Москва
ЗВЕНИГОРОД
СЕРЕБРЯН. БОР
Шлюз №9
МОСКВА
Шлюзы №10 и 11
ПЕРЕРВА

НКВД СССР
БЮРО ТЕХНИЧЕСКОГО ОТЧЕТА О СТРОИТЕЛЬСТВЕ КАНАЛА
МОСКВА—ВОЛГА

КАНАЛ
МОСКВА—ВОЛГА
ГИДРОМЕХАНИЗАЦИЯ

1932—1937 гг.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО СТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1940 ЛЕНИНГРАД

Редактор инж. М. П. ФИНИЦКИЙ.
Техн. редактор В. С. ДАХНОВ.
Художник (переплет и форзац) С. МЕЛЬНИКОВ.

В настоящем выпуске технического отчета о Строительстве канала Москва—Волга описаны основные работы, проведенные способом гидромеханизации на этом строительстве (общим объемом около 11 млн. $м^3$).

В труде дается описание условий применения гидромеханизации и ее организации на Строительстве канала, приводятся данные о производстве работ на выемках, намыве плотин и дамб, разработке карьеров, оборудовании гидромеханизации, научно-исследовательской работе по гидромеханизации на Строительстве, показателях работ. К выпуску приложен проект инструкции по возведению гидротехнических земляных сооружений намывным способом.

Книга рассчитана на инженерно-технический персонал, работающий в области гидромеханизации.

Настоящий выпуск составлен б. работниками отдела гидромеханизации Строительства канала Москва—Волга: ст. инж. А. Е. МАЛОВЫМ и инж. Н. Д. ХОЛИНЫМ (б. нач. отдела).

Редактирование проведено Редакционной коллегией в составе: главного редактора дивинженера С. Я. ЖУК, зам. гл. редактора проф. М. М. ГРИШИНА и членов: М. Н. ПОПОВА, В. Д. ЖУРИНА, А. И. БАУМГОЛЬЦ, В. А. СЕМЕНЦОВА и А. О. ВИЛЬДГРУБЕ.

Ответственный за настоящий выпуск зам. гл. редактора проф. М. М. ГРИШИН.

Технический редактор от Бюро технического отчета о строительстве канала Москва — Волга Н. В. КАЧЕРОВСКИЙ.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Гидромеханизация как один из самых совершенных способов производства земляных и горных работ получает все большее применение в разных областях строительства и горнорудных разработок.

При строительстве одного из величайших сооружений второй сталинской пятилетки — канала Москва — Волга — способом гидромеханизации было выполнено около 11 млн. $м^3$ земляных работ. При этом впервые в СССР были возведены намывным способом такие сооружения, как Иваньковская земляная плотина на Волге высотой 22,5 *м*, Сестринские и Оревские дамбы высотой до 21 *м*.

В настоящем выпуске технического отчета описаны все основные работы, проведенные способом гидромеханизации на строительстве канала Москва — Волга. Так как цель настоящего издания прежде всего отчетная, то здесь приводятся описания фактически примененных способов работ, которые, необходимо отметить, по ряду причин не всегда были самыми лучшими.

Однако мы полагаем, что описание не только положительных, но и отрицательных сторон фактически произведенных работ представит несомненный интерес для широких масс строителей и работников горнорудной промышленности.

Учитывая особую важность и ответственность производства работ по возведению намывных гидротехнических сооружений, в виде приложения к выпуску дан „Проект инструкции по возведению гидротехнических земляных сооружений намывным способом". Проект инструкции составил инж. А. Е. Малов на основе опыта работ на строительстве канала Москва — Волга, с использованием инструкций МВС и Волгостроя, работ геотехнического отдела Волгостроя, а также опытных данных лаборатории гидромеханизации строительства Куйбышевского гидроузла.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ВВЕДЕНИЕ

Гидромеханизация или гидравлический способ производства земляных и горных работ представляет собой такую механизацию, при которой разработка, транспортировка и укладка грунта производятся помощью воды.

Следовательно при гидромеханизации можно отметить следующие стадии работ: 1) разработка грунта (гидромониторами или безнапорным потоком) — размыв, 2) транспортировка грунта (в открытых канавах и лотках или напорных трубопроводах) — гидротранспорт и 3) укладка грунта (в отвалы или в тело сооружений) — намыв.

Первоначальное применение гидромеханизация получила в США в штате Калифорния при разработке золотоносных песков, причем изобретателем этого способа считается Матиссон (1853). Благодаря высокой рентабельности при несложном оборудовании и незначительных капиталовложениях гидравлический способ весьма быстро получил широкое распространение сначала в золотой промышленности, а затем в конце XIX века стал применяться там же в Америке при строительстве земляных плотин, каналов и других сооружений.

Начиная с XX века, гидромеханизация в США постепенно завоевала себе главенствующее положение при возведении земляных плотин, называемых в случае возведения способом гидромеханизации — намывными, причем размеры сооружаемых плотин все возрастали, и в настоящее время объемы намывных плотин достигают 75 млн. $м^3$ (плотина Форт-Пек на р. Миссури). В царской России гидравлический способ применялся лишь в золотой промышленности, на кустарных установках и только после Октябрьской революции, при личной помощи В. И. Ленина, он получил свое применение при разработке торфа [1] (Гидроторф).

Развитие гидромеханизации в СССР следует разделить на 2 периода: первый — до 1934 г. и второй — после 1934 г. — применение гидромеханизации на МВС и дальнейшее развитие метода.

В первый период гидромеханизация развивалась довольно медленно, ее применение носило чисто случайный характер и чаще всего было связано с инициативой отдельных лиц.

Главнейшими работами с применением способа гидромеханизации в этот период являлись: 1) добыча озокерита на о. Челекене [2] в 1929—1931 гг., когда впервые в СССР была проведена совместная работа гидромонитора с землесосом; 2) работа на Днепрострое [3] в 1929—1932 гг. по вскрыше, выемке и насыпи общим объемом около 1,0 млн. $м^3$.

Во втором периоде наблюдается более интенсивное развитие гидромеханизации. К этому времени относятся крупные работы в г. Мариуполе —

---

[1] По проекту инж. Классона.

[2] По проекту инж. Холина Н. Д., Гидромеханизация земляных и горных работ. Холин и Воскресенский, изд. ГГИ, 1932 г.

[3] И. М. Соколовский и Н. В. Исаев, Гидравлический способ производства земляных работ, изд. ОНТИ, 1933 г.

планировка площадки под цехи заводов Азовстали, где кроме того впервые был применен так называемый „полугидравлический метод“, заключающийся в том, что выемка грунта производилась экскаватором, а транспортирова́ние осуществлялось с помощью низконапорной воды (на строительстве канала Москва — Волга подобное сочетание было принято называть „малой“ или „вспомогательной гидромеханизацией“, а на Чирчикстрое полугидравлический способ носил местное название „ручной размыв“).

Общие объемы работ, произведенные полугидравлическим и гидравлическим способами, на Азовстали составляли за 1934 и 1935 гг. около 4 млн. *м*³. Менее крупные, но интересные работы были в это же время проведены на Туломской ГЭС (намыв понура плотины) и на Чирчикстрое (выемка на трассе канала).

К этому же времени относятся начало строительства канала Москва—Волга и применение на нем гидромеханизации. Однако необходимо отметить, что в начальный период строительства рядом специалистов отмечалась невозможность широкого применения гидромеханизации ввиду отсутствия, якобы, для этого в районе канала достаточно благоприятных топографических и геологических условий. В связи с этим на Строительстве даже в 1934 г. все еще ориентировались в основном на гидравлический способ разработки грунта с самотечным гидротранспортом.

В дальнейшем, при развертывании на Строительстве гидромеханизации, практика показала ошибочность подобных взглядов, и данный способ оказался в ряде случаев самым эффективным и дешевым и единственно возможным способом разработки грунта, несмотря на то, что в последние годы строительства для гидравлического способа выделялись весьма тяжелые участки работ.

ГЛАВА I

УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ И ЕЕ ОРГАНИЗАЦИЯ

1. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА КАНАЛА

В топографическом отношении район канала делится на 3 основные части: Волжский склон, Водораздельный участок и Москворецкий склон (фиг. 1).

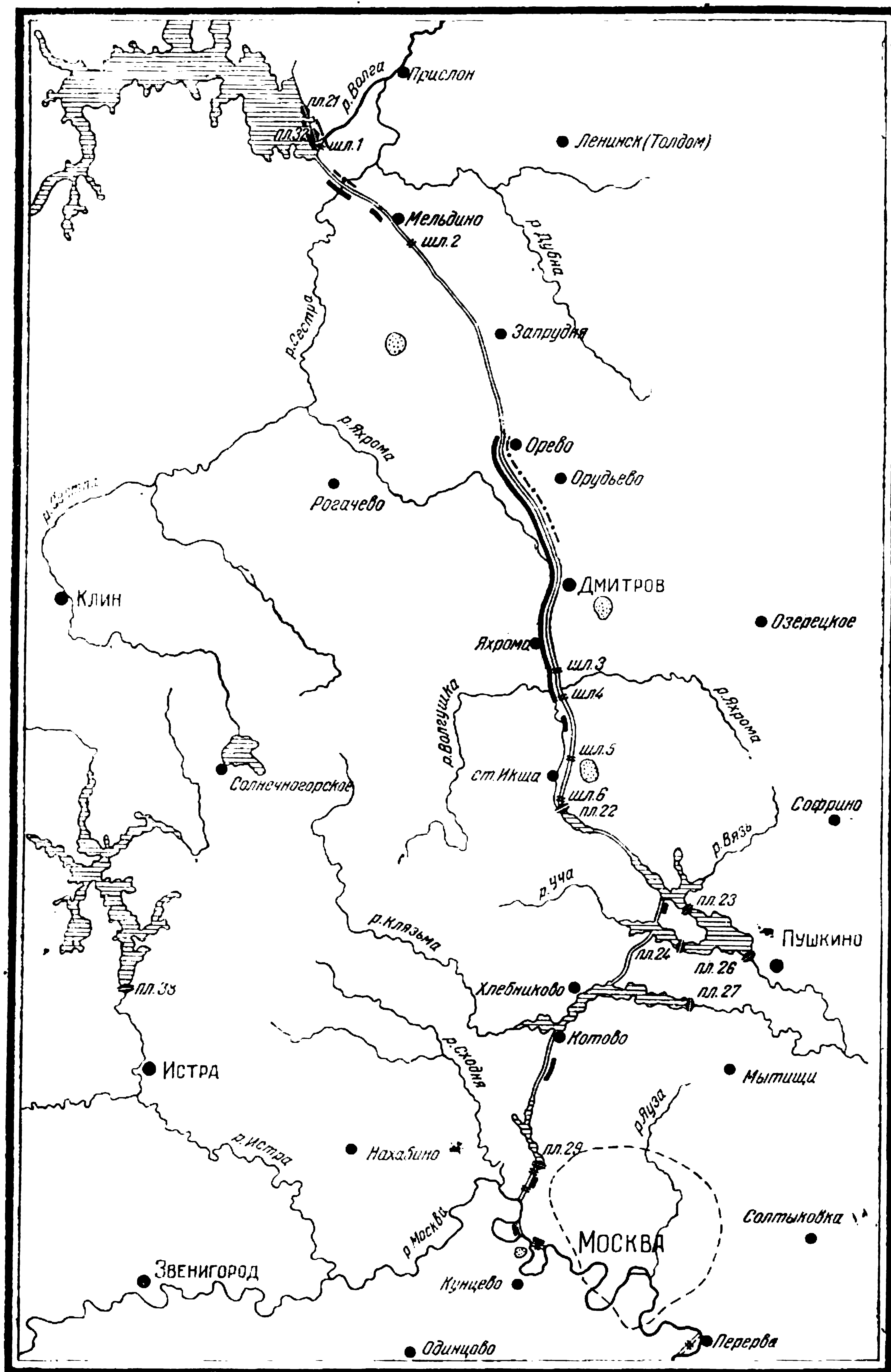
Волжский склон. От Волги почти до г. Дмитрова трасса канала проходит по равнинной и заболоченной низине, покрытой хвойным и частично лиственным лесом. Колебания высот достигают здесь 10—15 *м*, высота над уровнем моря 130—140 *м*. Низина кончается у ст. Орудьево, откуда на юг равнина переходит в сильно пересеченную всхолмленную Клинско-Дмитровскую гряду, простирающуюся с запада на восток. Здесь колебание высот в пределах гряды доходит до 80—100 *м*.

Главнейшие реки на этом участке: Дубна, Сестра, Яхрома и впадающая в Яхрому Икша.

Водораздельный участок. Местность сравнительно спокойная. Прилегающая с юга Клинско-Дмитровская гряда покрыта хвойным и смешанным лесом. Высота над уровнем моря 170—180 *м*. Участок пересекает долина р. Клязьмы с притоками рек: Учи, Вязи и Черной.

Москворецкий склон. Здесь местность равнинная, несколько всхолмленная, особенно в северо-западной части. В районе г. Мытищи заболоченная торфянистая низменная равнина. Участок прорезают долины рек: Москвы, Сходни, Лихоборки, Химки, Яузы и Пехорки. Судоходный канал проходит долиной р. Химки и соединяется с Москва-рекой.

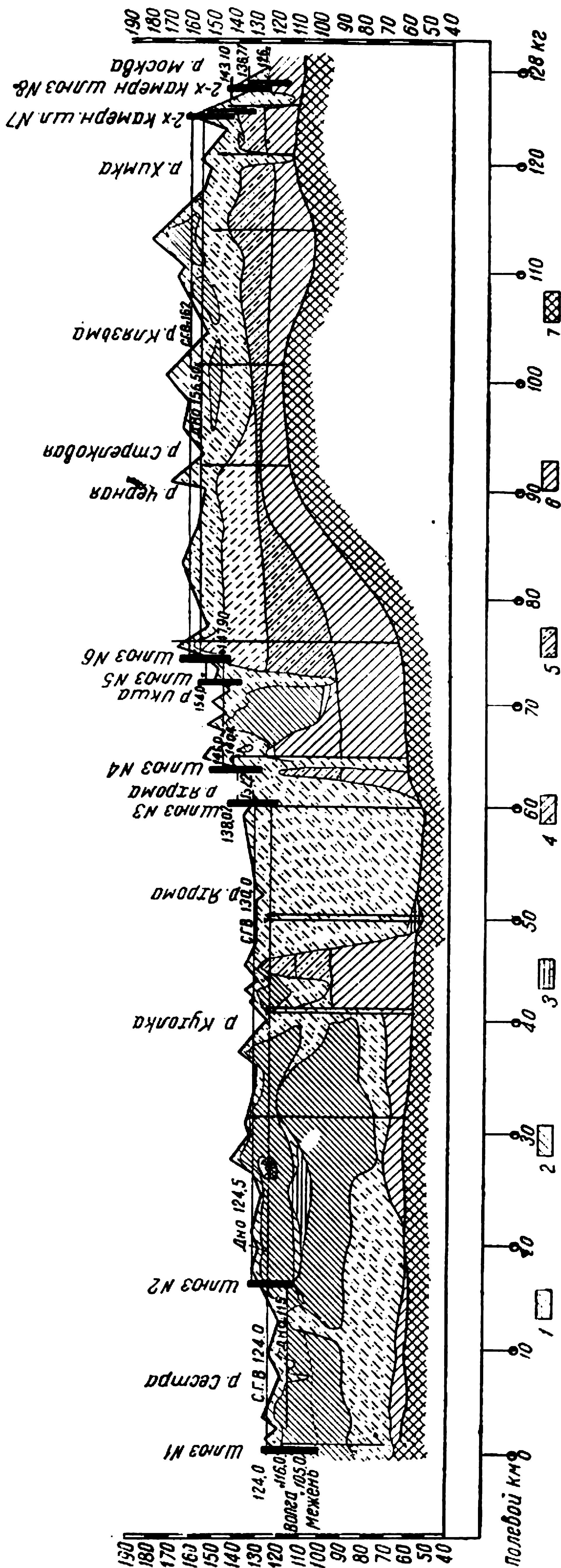
В инженерно-геологическом отношении район канала Москва — Волга вкратце характеризуется следующими данными (фиг. 2).



Фиг. 1. Карта-схема канала Москва—Волга с показанием участков работ гидромеханизации.

На участке от Волги до Бугай-Зерцаловского болота на 30—35 *км* преобладают моренные суглинки, покрытые маломощными песками и супесями, в некоторых местах — торфяники. Болота представляют собою обширный торфяник. К югу от него — Орудьевский бугор, сложенный мореной. Далее до г. Дмитрова преимущественно торфяные массивы с отдельными участками песчаных, супесчаных и суглинистых, нередко иловатых пород аллювиального происхождения. Частично попадаются мергелистые супеси, подстилающие торф.

На участке г. Дмитров — ст. Икша канал следует долинами рек Яхромы и Икши, где преобладают аллювиальные отложения, представленные песчаными, суглинистыми и иловатыми грунтами. От ст. Икша до с. Пестово — на участке канала между Икшинским и Учинским водохранилищами — расположены торфяные массивы Фоминского болота, подстилаемые мергелистыми и иловатыми суглинками и супесями. Далее от с. Пестово до ст. Хлебниково преобладают аллювиальные и флювиогляциальные песчаные грунты с незначительными участками суглинков.



Фиг. 2. Продольный геологический разрез канала Москва—Волга:

1 — песчаные и песчано-галечные, супесчаные, иловатые, реже суглинистые породы и торфы; комплекс флювиогляциальных, древнеаллювиальных и современных отложений; 2 — главные участки распространения моренных валунных суглинков (в северной части профиля верхняя морена отделена прерывистой чертой от нижней); 3 — главный участок распространения межледниковых, озерно-гляциальных, ленточных глин; 4 — песчаные и супесчаные, реже суглинистые породы неокомского, аптского и голетского ярусов нижнего отдела меловой системы; 5 — песчаные и супесчаные, реже суглинистые породы нижневолжского (портландского) и верхневолжского (аквилонского) ярусов верхнего отдела юрской системы; 6 — суглинистые и глинистые породы келловейского, оксфордского и кембриджского ярусов верхнего отдела юрской системы; 7 — чередование мергелей, глин, известняков и доломитов верхнего отдела каменноугольной системы.

От Хлебникова до Химкинского водохранилища (участок „Глубокой выемки") развиты главным образом моренные суглинки с линзами песчаных отложений, подстилаемые мощными флювиогляциальными песками, которые местами образуют дно канала. От Химкинского водохранилища до конца канала преобладают аллювиальные и особенно флювиогляциальные пески и супеси с отдельными участками моренных суглинков, верхнеюрские супеси (шлюз № 7) и суглинки (шлюз № 8).

2. ОБЪЕМЫ РАБОТ

Общий объем выполненных на строительстве канала Москва—Волга земляных работ составляет кругло 200 млн. $м^3$. Из них 46,3 млн. $м^3$ приходится на разработку грунтов в карьерах при добыче инертных материалов (гравия, камня и песка) и 10,5 млн. $м^3$ на вспомогательные работы (планировку откосов, устройство железнодорожных путей, оформление кавальеров и пр.), остальные 143,2 млн. $м^3$ были выполнены по основным сооружениям.

Распределение объема выполненных работ по отдельным районам указано в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование района или узла	Объем в млн. $м^3$		
		выемка	насыпь	ИТОГО
1	Волжский	7,81	7,08	14,89
2	„Техника"	5,25	4,50	9,75
3	Мельдинский	3,90	2,25	6,15
4	„Соревнование"	10,03	0,90	10,93
5	Оревский	9,64	5,16	14,80
6	Яхромский	13,11	4,00	17,11
7	Икшинский	7,12	3,05	10,17
8	Учино-Клязьминский	4,50	4,03	8,53
9	Хлебниковский	21,15	3,95	25,10
10	Сходненский	1,08	0,45	1,53
11	Химкинский	4,04	2,68	6,72
12	Хорошевское спрямление	3,86	0,40	4,26
13	Перервинский	1,09	0,90	1,99
14	Завидовский	0,16	2,64	2,80
15	Водопроводный канал	4,60	2,09	6,69
16	Истринский	0,78	1,00	1,78
		98,12	45,08	143,20

Из указанного общего количества выполненных на Строительстве земляных работ исполнено помощью гидромеханизации — 10,5 млн. $м^3$, из них по основным сооружениям 7,3 млн. $м^3$, или 5,1%.

Наибольший интерес в отношении применения гидромеханизации представляли следующие сооружения: Иваньковская земляная плотина на Волге, приканальные дамбы в районах „Техника" и Орево, а также выемки канала на участках Центрального и Оревского районов, Хорошевское спрямление и др.

3. ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Одним из основных условий применения гидромеханизации является обеспеченность участка работ водой в необходимом количестве. При этом, разумеется, себестоимость водоснабжения — капитальные затраты и эксплоатационные расходы — должна быть минимальной, что полностью определяется местными условиями — расположением источника водоснабжения в плановом и высотном отношениях (дальность транспортирования и высота подъема воды).

Из приведенной выше краткой топографической характеристики района канала ясно, что проблема водоснабжения для целей гидромеханизации на строительстве канала Москва — Волга разрешалась не совсем просто, хотя нужные источники водоснабжения в виде многочисленных рек и речушек имелись в избытке.

Для питания установок в Волжском районе и в районе „Техника" запасы воды были достаточны, при разработке же карьеров пришлось

для возможности применения гидромеханизации сооружать специальные плотины и станции перекачки, например карьер Табор и др.

4. ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЕЙ

Следующим основным условием применения гидромеханизации является наличие электроэнергии [1].

На строительстве канала Москва — Волга электроэнергия в основном получалась от сетей Мосэнерго и только сравнительно незначительная часть, преимущественно на удаленных участках Строительства, от собственных временных электростанций (наиболее значительная из них была Волжская ТЭС мощностью 6 000 *квт*).

Как видим, питание электроэнергией из сети Мосэнерго и наличие тепловых резервов обеспечивали необходимую для гидромеханизации земляных работ электроэнергию.

Таким образом на строительстве канала Москва — Волга были налицо все условия для применения гидромеханизации в широких масштабах благодаря обеспеченности водой и электроэнергией и сравнительно благоприятным топографическим условиям при вполне приемлемых для гидромеханизации грунтах: пески разнозернистые, торф и суглинки.

Из общего объема земляных работ по основным сооружениям Строительства в 143,2 млн. $м^3$ способом гидромеханизации можно было выполнить не менее 40—50% вместо выполненных 5,1%, особенно по Волжскому, Хлебниковскому, Оревскому и Центральному районам. Низкий же процент фактического выполнения работ способом гидромеханизации на Строительстве объясняется в основном недооценкой преимуществ этого способа производства земляных работ.

5. ПЕРВЫЕ ОПЫТЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ

Как уже указывалось выше, вследствие ориентации ряда специалистов на самотечный гидротранспорт вначале предполагалось, что вообще гидромеханизация на канале Москва — Волга не может быть применена.

Поэтому Госплан СССР для оказания помощи Строительству в деле внедрения гидромеханизации предложил привлечь к этому делу Институт Водгео. Но Институт Водгео оказал помощь только в производстве работ по разработке Пестовского бугра. Однако вследствие ограниченности уклонов для транспортирования пульпы этот первый опыт применения гидромеханизации на Строительстве оказался мало удачным (см. ниже). За 1933 и 1934 гг. было смыто всего 200 тыс. $м^3$.

В конце 1934 г. была сделана новая попытка в Карамышевском районе, но также без применения землесосов, поэтому и здесь удалось выполнить лишь весьма небольшой объем (78,4 тыс. $м^3$).

К 1934 г. относится первая попытка применить на строительстве канала Москва — Волга полный комплекс гидромеханизации. Организацию этих работ предложил провести трест „Союзэкскавация". Однако ввиду отсутствия у треста необходимого оборудования Управление Строительством поручило тресту лишь выполнение отдельных проектных работ: а) по намыву Пестовской плотины, б) по намыву Пяловской плотины, в) по разработке Новосельцевского бугра, г) по разработке канала в Оревском районе.

Все эти объекты были мало благоприятны для производства работ

---

[1] Только в исключительно благоприятных топографических условиях, когда самотеком может быть подана вода необходимого напора и грунт также может транспортироваться самотеком, необходимость в электроэнергии отпадает, однако ясно, что такие случаи весьма редки. Равно можно было бы обойтись без электроэнергии, применив в качестве двигателей моторы внутреннего сгорания, однако последнее является пока еще не решенной проблемой.

гидравлическим способом. Трест „Союзэкскавация" в двухмесячный срок выполнил проектирование работ по всем четырем объектам. Но так как Строительство не обеспечило проведение подготовительных работ, работы на этих объектах были выполнены сухим способом.

В феврале 1935 г. на Строительство перешел из треста „Союзэкскавация" инж. Холин, который организовал в отделе экскаваторных работ отделение гидромеханизации. Последнее развернуло работы: а) по подысканию объектов для гидромеханизации, б) по проектированию, в) по заказу, изготовлению и получению оборудования и г) по строительно-монтажным работам.

К сожалению к 1935 г. все объекты, бесспорно благоприятные для способа гидромеханизации, были либо выполнены либо уже находились в разработке сухими способами. Поэтому пришлось остановиться на объектах, которые тогда у многих вызывали сомнения в возможности их выполнения способом гидромеханизации.

Были намечены следующие работы: 1. Выемка торфа под основание для приканальных дамб в Оревском районе. 2. Выемка грунта из канала и намыв дамб в Оревском районе. 3. Выемка грунта из канала в Центральном районе. 4. Выемка грунта из „Глубокой выемки" в Хлебниковском районе. 5. Выемка грунта из котлованов в Карамышевском районе. 6. Добыча гравия на Бухоловском карьере. 7. То же на Игнатовском карьере. 8. Окончание работ на Пестовском бугре.

Проектирование значительно затруднялось отсутствием необходимых кадров, а нормальное развертывание работ тормозилось вследствие отсутствия в то время в СССР необходимого оборудования для производства работ способом гидромеханизации и прежде всего землесосов. Поэтому Строительству пришлось параллельно с проектированием новых способов производства работ по выемке, транспортированию и укладке грунта, добыче гравия и песка развернуть проектирование и изготовление на собственном механическом заводе первых в СССР землесосов для гидромеханизации (до того в СССР применялись лишь малые американские землесосы; несколько экземпляров землесосов такой же производительности было изготовлено и в СССР).

Через месяц после организации на Строительстве отделения гидромеханизации было приступлено к строительно-монтажным работам; через два месяца уже была пущена первая установка с торфососами (Орево), а в начале мая 1935 г. были пущены установки с землесосами в Оревском, Центральном и Хлебниковском районах. В Оревском районе в мае началось освоение первого плашкоута; в 1936 г. плашкоуты являлись на Строительстве основными снарядами гидромеханизации.

В процессе проектирования новых способов работ, новых видов механизмов и оборудования, производства строительно-монтажных работ, освоения установок на Строительстве создавались новые кадры механизаторов: инженерно-технического персонала и квалифицированных рабочих. В 1935 г. было выполнено способом гидромеханизации 3,5 млн. $м^3$ земляных работ.

Успешное проведение земляных работ способом гидромеханизации в 1935 г. заставило еще раз пересмотреть возможности применения гидромеханизации на Строительстве канала для работ на 1936 г. В результате этого на 1936 г. было намечено сооружение следующих объектов: Волжская земляная плотина, Сестринские и Оревские дамбы, исключительно тяжелые работы по выемке грунта в Центральном районе и ряд новых работ по добыче гравия.

ГЛАВА II

ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ НА ВЫЕМКАХ

Применение гидромеханизации на строительстве канала Москва — Волга началось с выемок и заключалось в: разработке Пестовского бугра, выемке торфа на Татищевском и Мельдинском болотах, выемке грунтов на участках канала в Центральном районе — в районе г. Дмитрова и ст. Яхрома, выемке Хорошевского канала и срезке берега Москва-реки.

Разработка выемок производилась при помощи: 1) стационарных землесосных станций и 2) передвижных землесосных станций, расположенных главным образом на плашкоутах, а частично также на железнодорожных платформах.

1. СТАЦИОНАРНЫЕ УСТАНОВКИ

При стационарной установке под землесосную станцию вырывался начальный котлован, на дне которого на забитых сваях устанавливались землесосы.

Землесосная по возможности помещалась в центре разрабатываемого котлована и за время разработки никуда не передвигалась. Перемещались лишь гидромониторы, которые располагались на дне забоев.

Опыт применения на строительстве стационарных установок показал, что основной и самый существенный их недостаток заключается в недоборе грунтов и слабой производительности землесосов при удаленности забоя. Недобор грунтов происходил обычно вследствие необходимости поддержания уклона дна для транспортировки пульпы. Слабая же производительность землесосов при большой удаленности забоя оказалась следствием трудности получения при этом пульпы густой консистенции.

К числу преимуществ стационарных установок относится лучшее использование агрегатов по времени.

2. ПЕРЕДВИЖНЫЕ УСТАНОВКИ — ПЛАШКОУТЫ [1]

Как ясно из самого определения, передвижные землесосные станции монтируются на плашкоутах. Там же устанавливается и насос, обслуживающий гидромониторы. Для них также устраивается начальный котлован (если работа не начинается с берега реки), причем в процессе разработки плашкоуты передвигаются.

Такой порядок обеспечивает хорошую выработку забоя, а также высокую производительность землесосов, легко получаемую вследствие ограниченной длины забоев и наблюдающейся при этом густой консистенции пульпы. Кроме того огромным преимуществом применения передвижных установок является отсутствие потерь на транспортирование напорной воды к гидромониторам от стационарной насосной станции.

Обстоятельством, в значительной мере затрудняющим широкое применение этого способа, является необходимость наличия при нем достаточно квалифицированных работников как техперсонала, так и рабочих, могущих наладить передвижки плашкоутов с наименьшими затратами времени, что было особенно затруднительно при трудно размываемых основаниях, из-за которых на Строительстве передвижки были связаны с большими потерями времени.

[1] Железнодорожные платформы применялись на Строительстве очень редко, поэтому ниже дается описание передвижных установок на плашкоутах.

3. РАЗРАБОТКА ВЫЕМКИ ПЕСТОВСКОГО БУГРА

Грунты участка Пестовского бугра представляли собой супеси и крупнозернистые пески. Глубина выемки достигала 15—16 *м* и только верхний слой толщиной 2,0—2,5 *м* состоял из глинистых фракций.

При проектировании производства работ предполагали, что поскольку разрабатывается бугор, то возможна транспортировка всего разработанного грунта в отвалы самотеком. Однако впоследствии оказалось, что самотеком удалось транспортировать всего лишь около 20—30% от всего объема, а для транспорта остального объема грунта пришлось применить гидроэлеваторы.

Ввиду новизны этого способа работ проектом был предусмотрен для подачи воды насос высокого давления — до 18 *ат* с расходом 110 *л/сек.* Уклон лотков для самотечного транспортирования грунтов в отвалы — пойма р. Черной — был принят 2% и, исходя из этого, объем разработки был



Фиг. 3. Разработка выемки Пестовского бугра зимой 1934 г. (самотечный вариант).

определен в 200—250 тыс. $м^3$. Водоснабжение установки при условии работы одного насоса обеспечивалось р. Черной, меженний расход которой достигал 120 *л/сек.*

Первоначальное оборудование установки было весьма несложно. Насосная станция на берегу р. Черной была оборудована одним центробежным насосом Горловского завода $Q = 400$ $м^3/час$, $H = 180$ *м* с электромотором завода „Электросила". Вода подавалась по металлическому трубопроводу $d = 200$ *мм*, длиной 100 *м* от насосной к двум гидромониторам Гидроторфа. Работы были начаты в конце марта 1934 г. размывом мерзлого грунта (фиг. 3). Большого эффекта такая работа, разумеется, дать не могла, но она была необходима для испытания насоса и подготовки фронта работ на апрель.

Вначале пульпа, состоявшая в основном из размытой глины, транспортировалась по земляным канавам. К половине апреля глинистый слой был снят и открылись забои, состоящие из песка. Дальнейшее транспортирование пульпы по канавам стало затруднительным, в силу чего были устроены лотки.

Суточная выработка установки за период лета 1934 г. определилась

в 400—500 *м*³ грунта при работе двух гидромониторов и расходе воды 400 *м*³/*час* при консистенции пульпы 1:20.

Соотношение воды и грунта определялось уклоном лотка. Попытки в процессе работы сделать уклон лотков менее 2% положительных результатов не дали. При уклоне 1,5% песок оседал на дне лотков, постепенно заполняя их по всему сечению, вызывая частые перерывы в работе.

Такие же явления наблюдались и при уклоне лотков в 2% при увеличении консистенции пульпы. Это обстоятельство навело на мысль о подаче дополнительной воды непосредственно в лотки. Для этой цели на насосной станции был установлен один низконапорный насос $d = 150$ *мм*, $Q = 150$ *м*³/*час*.

Однако, несмотря на подачу дополнительной воды, заторы песка в лотках полностью ликвидировать не удалось. Приходилось ставить специальных рабочих, которые лопатами, время от времени, помогали продвижению песка по лоткам. Количество рабочих, занятых на этой работе, колебалось от 4 до 8 человек в зависимости от длины лотков. Песок осаждался главным образом там, где по той или иной причине снижались скорости движения пульпы, т. е. на поворотах и закруглениях лотков. Лотки строились сечением 40×50 *см* из досок 50 *мм*; длина звеньев лотков 2,50—3,00 *м*.

Особое внимание приходилось обращать на укладку грунта в отвалах. Здесь также было занято 6—8 рабочих в смену, в их обязанности входило следить за правильным направлением пульпы и регулировать направление ее с помощью отбойных щитов из досок в соответствии с требованиями производства работ. Обычно одни и те же рабочие обслуживали и отвалы и прочистку лотков.

Всего на установке в этот период времени было занято 22 человека в сутки, т. е. 11 человек в смену, в том числе: гидромониторщиков — 4, мотористов — 2, электромонтеров — 2, слесарей — 6, подсобных рабочих — 8. Средняя выработка одного рабочего в смену составляла 20—25 *м*³.

4. ПЕРВЫЙ ОПЫТ РАБОТЫ ГИДРОЭЛЕВАТОРА

В июле 1935 г., когда были размыты грунты, которые могли быть транспортированы самотеком, на установке был смонтирован первый на строительстве канала Москва — Волга гидроэлеватор.

Незнакомство техперсонала с гидроэлеваторами привело к тому, что в начале был установлен слишком мощный гидроэлеватор. К этому времени насос Горловского завода был заменен насосом Сумского завода $Q = 540$ *м*³/*час*, $H = 150$ *м* и были установлены дополнительно два насоса также Сумского завода $Q = 660$ *м*³/*час*, $H = 43$ *м*. Последние должны были подавать воду гидромониторам для размыва грунта, а первый предназначался для подачи напорной воды в гидроэлеватор.

Пробный пуск гидроэлеватора показал, что количество воды, подаваемое одним насосом Сумского завода—150 *л*/*сек*, недостаточно для работы гидроэлеватора и последний пульпу не поднимал, так как был рассчитан на расход воды 300 *л*/*сек*. Вследствие этого гидроэлеватор был на месте переконструирован: сечение горловины путем ввода внутрь дополнительного, более узкого, железного патрубка было уменьшено. При этом условии гидроэлеватор стал работать, правда, с пониженным коэфициентом полезного действия.

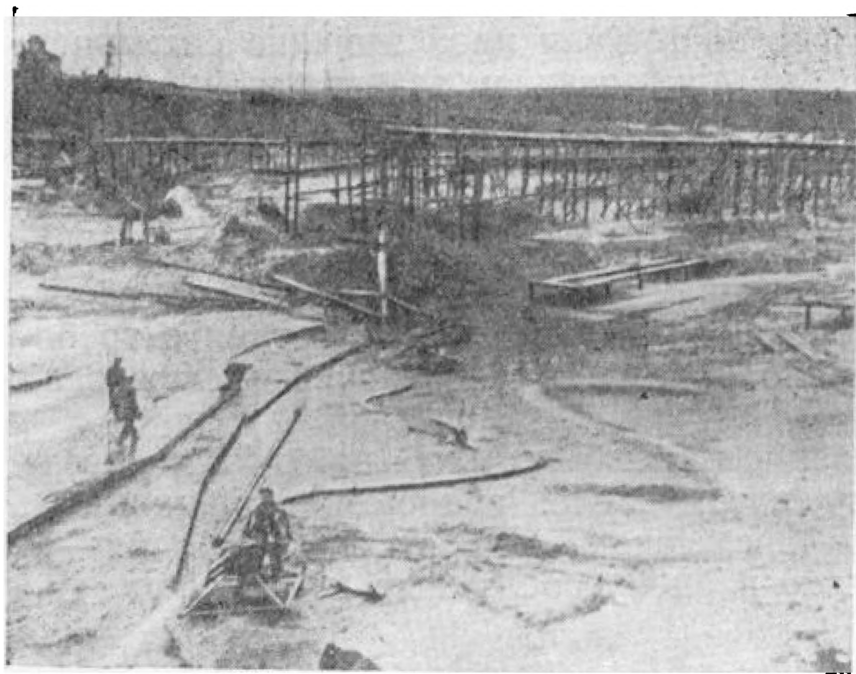
Одновременно было приступлено к изготовлению сварных гидроэлеваторов, рассчитанных на расход воды 100—150 *л*/*сек*. В течение 10 дней было изготовлено 2 гидроэлеватора. В качестве материала при этом были использованы имевшиеся железные трубы диаметром 400 и 300 *мм*. В работе такие кустарно-изготовленные самим Строительством гидроэлеваторы вполне себя оправдали. Среднесуточная производительность одного

гидроэлеватора определялась в 600—700 $м^3$ при двух гидромониторах. С целью увеличения их выработки был дополнительно установлен еще один насос Сумского завода $Q=540$ $м^3/час$, $H=100$ $м$.

Таким образом к осени 1935 г. установка имела 2 насоса: $Q=540$ $м^3/час$, $H=150$ и 100 $м$ и 2 насоса $Q=660$ $м^3/час$, $H=43$ $м$, а общий расход всех насосов равнялся 670 *л/сек*. При указанном расходе насосной станции могли работать уже два гидроэлеватора и производительность установки возросла до 1000—1200 $м^3$ в сутки.

Река Черная не могла обеспечить полностью такой расход, поэтому пришлось перейти на кругооборот воды и использовать отработанную воду. С этой целью русло речки ниже насосной станции было пересыпано отвальными грунтами с таким расчетом, чтобы образовать пруд, из которого вода попадала бы обратно к насосной станции.

Стоимость 1 $м^3$ грунта при работе гидроэлеватором оказалась несколько ниже стоимости при самотечном способе, что объяснялось в основном тем, что при наличии гидроэлеваторов можно было строить лотки с бо́льшим уклоном, чем 2%, вследствие чего и транспортируемая пульпа имела более повышенную консистенцию. Кроме того размыв грунта производился исключительно водой, подаваемой низконапорными насосами, отчего значительно сокращались расходы на электроэнергию.



Фиг. 4. Разработка выемки Пестовского бугра гидроэлеватором.

Чтобы иметь возможность вести работы беспрерывно двумя гидроэлеваторами, был установлен третий — резервный, который заблаговременно включался в общую систему трубопровода.

При работе гидроэлеваторов разработка забоев велась почти до красной отметки. Для установки гидроэлеватора предварительно вырывался небольшой котлован, дно которого было ниже красной отметки на 1—1,5 *м* (фиг. 4).

Гидроэлеватор с одной стоянки разрабатывал участок радиусом 60—80 *м* и таким образом самая удаленная точка забоя при 2% уклоне при окончании работы гидроэлеватора на данной стоянке не была выше красной отметки, а если и превышала ее, то не более чем на 20—30 *см*. Работа гидроэлеваторов в общем протекала вполне удовлетворительно и бесперебойно, если не считать мелких простоев вследствие попадания больших камней, которые не проходили через горловину элеватора, и довольно редких простоев вследствие замены горловин.

Вытаскивание больших камней из гидроэлеватора первое время занимало 30—40 мин., а в дальнейшем после устройства люка в смесительной камере элеватора эта операция производилась в течение 10—15 мин.

При разработке выемки Пестовского бугра имели место аварии с пульповодами, обычно происходившие в момент начальной работы гидроэлеватора на новом месте. Так как гидроэлеватор устанавливался в непосредственной близости к забою и, как уже указывалось, в специальном котловане, то в первый момент работы гидромониторов к гидроэлеватору поступала очень густая пульпа, для транспортирования которой

были недостаточны 4—5%-ные уклоны. Трубы пульповода забивались песком, эстакады не выдерживали нагрузки и обрушались. Избежать такого рода аварий, разумеется, было легко, соблюдая известную осторожность при первоначальном размыве забоя.

Указанная средняя производительность гидроэлеватора — 700 *м*³ грунта в сутки при данных условиях, т. е. при расходе воды в гидромониторах 600 *м³/час* и в гидроэлеваторе — 540 *м³/час*, разумеется не предельная. Производительность гидроэлеваторов сильно снижалась вследствие того, что транспортирование пульпы от забоя к зумпфу производилось без лотков, непосредственно по дну забоя. Большая часть крупных частиц грунта оседала по пути, а потому консистенция пульпы в зумпфе получалась примерно 1 : 15, в то время как гидроэлеватор с успехом мог транспортировать пульпу консистенции 1 : 10 и даже гуще. Увеличение консистенции пульпы, подаваемой к гидроэлеватору, было возможно путем устройства лотков с уклоном 3—3,5%.

За четыре месяца работ на Пестовском бугре — с августа по ноябрь 1935 г. включительно — помощью гидроэлеваторов было транспортировано на отвал около 70 000 *м*³ размытого грунта.

На установке было занято 50 рабочих в две смены: гидромониторщиков — 8, мотористов — 4, электромонтеров — 4, дежурных слесарей — 8, сварщиков — 2, плотников — 8 и подсобных рабочих — 16.

Техперсонал состоял из: начальника установки — 1, ст. механика — 1, сменных прорабов — 2, сменных механиков — 2 и десятников — 2. Работа производилась в 2 смены.

Установка проработала всего 20 месяцев, считая с 1 апреля 1934 г. по 1 декабря 1935 г. Зиму 1934/1935 г. она проработала без перерыва, причем отеплена была только насосная станция, а напорный трубопровод не отеплялся.

Производительность установки в зимний период падала до 30—40% против летней. В зимнее время приходилось поддерживать непрерывную работу на установке, чтобы не допустить промерзания грунта в забое. Частые даже непродолжительные простои в зимних условиях, при сильных морозах от 15 до 20°, весьма вредны, так как в момент остановки происходит намерзание льда в лотках, которое очень мешает транспортированию пульпы и требует дополнительной рабочей силы на очистку лотков.

Таким образом всего за 1934 и 1935 гг. на разработке участка канала в районе Пестовского бугра было выполнено способом гидромеханизации 268 250 *м*³, из которых в 1935 г. размыто 169 000 *м*³. При этом за 1935 г. на установке были получены следующие показатели:

1. Число рабочих суток	197
2. Средняя производительность в сутки	860 *м*³
3. Средняя производительность в смену на 1 рабочего	17 „
4. Расход электроэнергии на 1 *м*³ грунта	15 *квт-ч*
5. Стоимость разработки 1 *м*³ грунта	1 р. 39 к.

5. РАЗРАБОТКА ВЫЕМКИ КАНАЛА В ЦЕНТРАЛЬНОМ РАЙОНЕ

В Центральном районе гидромеханизация применялась в тех случаях, когда другими способами разработка грунта была или совершенно невозможна или требовала больших затрат (например выемка грунта на затопленных участках). Работа здесь протекала в неблагоприятных условиях. Установки были разбросаны на большом протяжении и в большинстве случаев работали по выемке тяжелых грунтов, оставшихся после работы другими методами.

Несмотря на это, стоимость выемки 1 *м*³ грунта способом гидромеханизации доходила в среднем до 2 р. 37 к., что менее средней стоимости разработки 1 *м*³ грунта по строительству.

Всего в Центральном районе было разработано способом гидромеха-

низации 1 498 814 $м^3$, из них: в 1935 г. — 309 923 $м^3$ и в 1936 г. — 1 188 891 $м^3$. В 1935 г. работало две установки и в 1936 г. — шесть.

а) Работа установок № 5 и 6—1935 г.

Работы способом гидромеханизации для разработки выемки в Центральном районе впервые были начаты в 1934 г. на затопленном участке канала (63 *км*) при глубине воды 1,2—1,5 *м*. В августе здесь был установлен на плоту землесос системы „Вильфлея"[1] для откачки воды и углубления дна.

Однако встретившиеся на дне тяжелые грунты с гравием и галькой не поддавались размыву, неудачны были также попытки применения разрыхлителя, поэтому с наступлением зимы работа эта была прекращена.

В 1935 г. от применения землесоса „Вильфлея" на дноуглубительном снаряде отказались, и он был установлен в котловане нижней головы шлюза № 4 для использования по транспортировке грунта, выемку которого делали вручную. Для этого от двух точек водоотлива был проложен лоток с уклоном $i = 0{,}06$ к приемной части землесосов. При работе водоотлива грунт бросался лопатами в лотки или подвозился к ним тачками. Потоками воды грунт уносился по лоткам к землесосу и транспортировался последним в отвалы, находившиеся на высоте 20 *м*. На выемке грунта работала бригада от 10 до 12 человек в смену с выработкой до 8 $м^3$ на чел.-день.

В 1935 г. на участке канала (57 *км*) была построена первая установка № 5, состоявшая из насосной на берегу р. Яхромы и землесосной на оси канала в старом русле р. Яхромы.

В насосной были установлены последовательно два насоса Мелитопольского завода $Q = 700$ $м^3/час$, $H = 40$ *м*. От нее был проложен до землесосной водопровод $d = 400$ *мм*, далее разветвлявшийся на 2 рабочих трубопровода $d = 200$ *мм*, которые подавали воду двум гидромониторам, установленным симметрично оси канала на расстоянии 12,5 *м* от нее (фиг. 5).

В начале работы из-за отсутствия землесосов были сделаны попытки подъема пульпы насосами завода им. Калинина с увеличенными отверстиями между лопатками рабочих колес. Однако из-за неудачной конструкции насосы эти не работали не только на пульпе, но и на чистой воде.

В конце июня 1936 г. был установлен первый землесос Мелитопольского завода $Q = 400$ $м^3/час$, $H = 30$ *м* с электромотором 70 *квт*, с приводом от трансмиссии, 560 об/мин.

Первые месяцы были затрачены на освоение работы землесоса и на преодоление „детских болезней". Так, сжимавшаяся от атмосферного давления резиновая всасывающая труба была заменена металлической с сальниковым шарниром; маломощный электромотор заменен нормальным 110 *квт*, 380 *в*, 730 об/мин, непосредственно соединенным с землесосом.

Главное же внимание было обращено на улучшение конструкции самого землесоса: легкая рама и стойка, вызывавшие вибрацию всего землесоса, были заменены тяжелой чугунной рамой и массивными стойками; всасывающая труба $d = 200$ *мм* заменена трубой $d = 250$ *мм* и т. д.

В конце первой декады июля был установлен и пущен в работу второй землесос такого же типа с параллельным включением его в пульповод[2], а в конце июля была пущена вторая землесосная тоже с двумя параллельно соединенными землесосами.

---

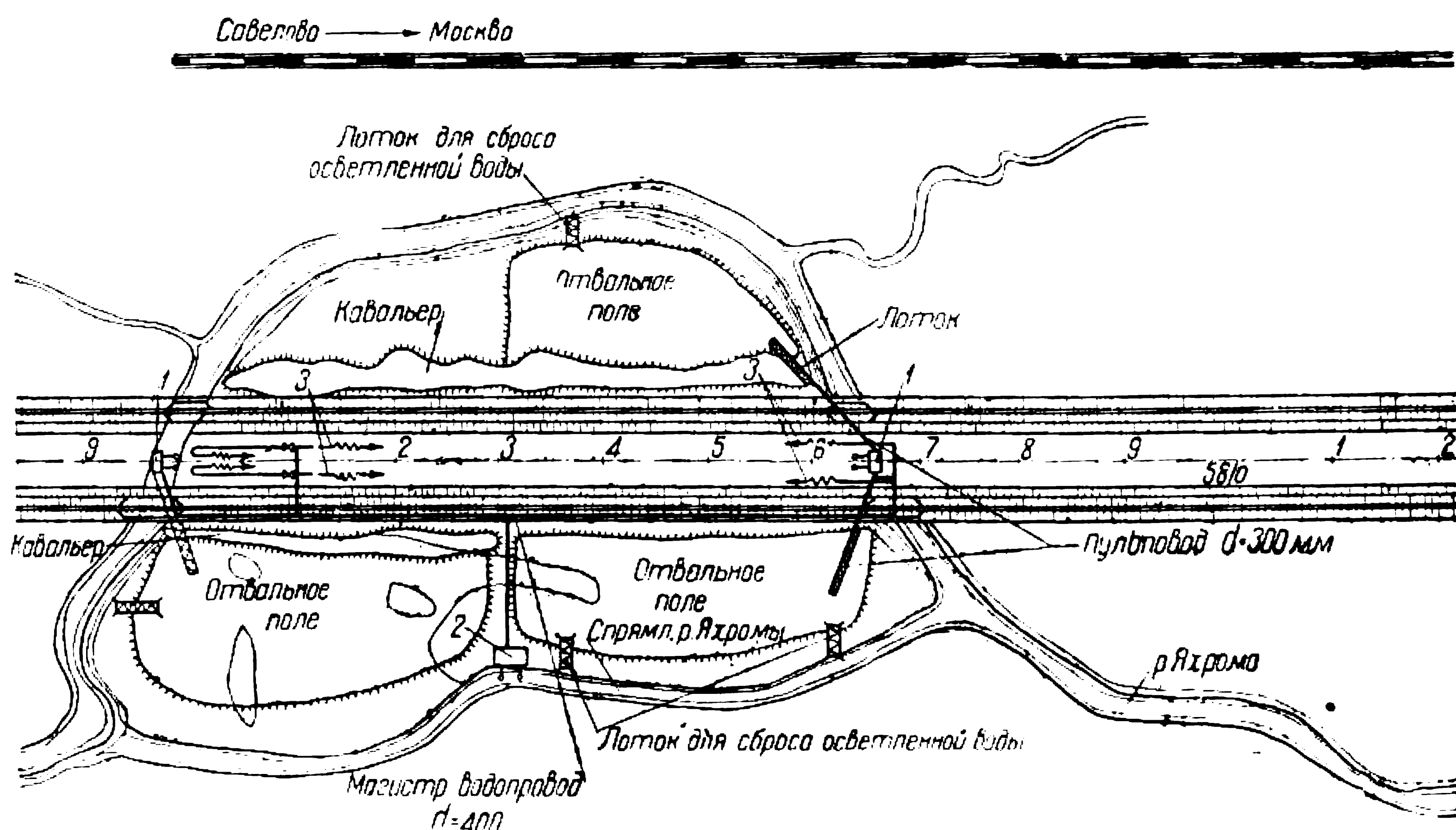
[1] Землесосы „Вильфлея" работают только при подводе жидкости под напором порядка 1,5—2,0 *м*, а для работы на всасывание совершенно непригодны.

[2] Под пульповодом следует понимать трубопровод (или лоток), по которому транспортируется пульпа.

Параллельную работу землесосов удалось наладить после замены забивавшихся грунтом задвижек „Лудло" обратными клапанами и вертикальных частей нагнетательного пульповода — стояков — трубами с постепенным подъемом в сторону отвальных полей.

В начале августа была построена и пущена в работу новая установка № 6 на 61 *км* канала. Установка состояла из насосной на излучине р. Яхромы и двух землесосных на железнодорожном ходу, расположенных симметрично по отношению оси канала на расстоянии 5 *м* от нее. В насосной было установлено параллельно два насоса Сумского завода $Q = 540$ *м³/час*, $H = 100$ *м* с электромоторами 260 *квт*, 6 000 *в* и 730 об/мин.

В каждой из землесосных, работавших на отдельные пульповоды, было установлено по одному землесосу МВС (конструкции Строительства) $Q = 800$ *м³/час*, $H = 30$ *м*, 730 об/мин с электромотором 220 *квт*, 6 000 *в*. Фундаментом для землесосных служили площадки на железнодорожном ходу, построенные из четырех скатов вагонеток Коппеля, опирающихся на 4 нити узкоколейной дороги.



Фиг. 5. Схема организации работ установки № 5 (Центральный район, 1935) г.):

1 — землесосная с оборудованием Мелитопольского завода: а) 2 землесоса по $Q = 400$ *м³/час*, $H = 30$ *м*; б) 2 электромотора каждый мощностью 110 *квт*, 380 *в*, 730 об/мин; 2 — насосная станция с оборудованием Мелитопольского завода: а) 4 насоса по $Q = 700$ *м³/час*, $H = 40$ *м*; б) 4 электромотора каждый мощностью 140 *квт*, 380 *в*; 3 — 4 гидромонитора „Хэнди".

По проекту предусматривалась передвижка землесосных через каждые 50 *м* проходки забоя, причем передвижка одной землесосной должна была производиться при работе другой. В процессе эксплоатации пришлось отказаться от передвижки землесосных на железнорожном ходу из-за неравномерной осадки рельсов и перекосов площадки и пола землесосной и перейти на работу стационарных землесосных установок.

Радиус действия стационарных землесосных установок при разработке супесей, суглинков и глин был доведен до 250 *м* с перемещением зумпфа путем удлинения всасывающей трубы землесоса от 4 до 50 *м*.

При работе этой установкой впервые столкнулись с необходимостью разработки большой залежи крупнозернистого песка, гравия и гальки, встретившейся при удалении забоя от зумпфа на расстоянии 50 *м* и при уклоне дна не более 0,03. Для возможности дальнейшей работы потребовалось углубить зумпф, чтобы увеличить уклон и благодаря этому разра-

батывать и транспортировать крупнозернистый песок. Но так как залегавшая плотная глина не давала возможности одним отсасыванием грунта заглубить зумпф при всасывающей трубе землесоса, была применена подмывная труба, которая позднее уже сохранилась как необходимая деталь землесосного снаряда (фиг. 7). В 1936 г. всасывающие трубы землесосов выпускались из мастерской уже в комплекте с подмывной трубой.

При наличии подмывной трубы отпадала необходимость в работе по заглублению зумпфа.

Крупнозернистый песок, сползавший к зумпфу, размывался подмывной трубой и легко забирался землесосом. Установка № 5 работала с конца июня по ноябрь 1935 г. включительно, а установка № 6 — с сентября по ноябрь 1935 г. включительно.

Достигнутые на этих установках производственные показатели в сравнении с проектными даны в табл. 2.

Таблица 2

№ п/п	Показатели	Изм.	По проекту			Фактическая		
			устан. № 5	устан. № 6	всего	устан. № 5	устан. № 6	всего
1	Размыто грунта	$м^3$	500 000	400 000	900 000	209 061	100 862	309 923
2	Число рабочих дней установки	дн.	185	123	—	151	87	—
3	Среднесуточная производительность установки	$м^3$	2 700	3 250	—	1 380	1 150	—
4	Средняя производительность установки за час чистой работы	„	160	194	—	70	70	—
5	Число установленных землесосов							
	а) производительность 400 $м^3$/час	шт.	4	4	4	4	—	4
	б) „ 800 „	„	—	2	2	—	2	2
6	Число рабочих землесосов, приведенных к 800 $м^3$/час		2	2	4	1	1	2
7	Производительность 1-го приведенного землесоса							
	а) в сутки	$м^3$	1 350	1 625	1 460	1 380	1 150	1 300
	б) в час чистой работы	„	80	96	87	70	68	69
8	Коэфициент использования рабочего времени	%	70	70	70	81	71	—
9	Расход воды на 1 $м^3$ грунта	$м^3$	7	7	7	—	8	—
10	„ электроэнергии на 1 $м^3$	квт-ч	6	6	6	6,25	6,25	6,25
11	Производительность 1 рабочего в смену	$м^3$	21,5	47,0	34,0	17,5	20,2	18,3
12	Стоимость выемки 1 $м^3$ грунта	руб. и коп.	1—83	1—83	1—83	1—92	1—92	1—92

Как видно из приведенных данных, большинство основных проектных показателей не было достигнуто, что объясняется новизной дела, неподготовленностью кадров и рядом неполадок в работе землесосных установок. Несмотря однако на все это, стоимость работ способом гидромеханизации получилась близкой к проектной и намного ниже, чем при всяком другом способе производства работ.

Работа установок гидромеханизации в 1935 г. дала району большой опыт, полностью использованный в следующем 1936 г., когда способом гидромеханизации было выполнено уже свыше 1 200 000 $м^3$.

б) Работа установки № 20—1936 г.

Установка № 20 была запроектирована для выемки оставшихся грунтов из участков канала на пк 55/0—56/8 и для подчистки дна канала на пк 58/0—59/0, т. е. для работы, весьма мало эффективной в смысле получения высокой производительности.

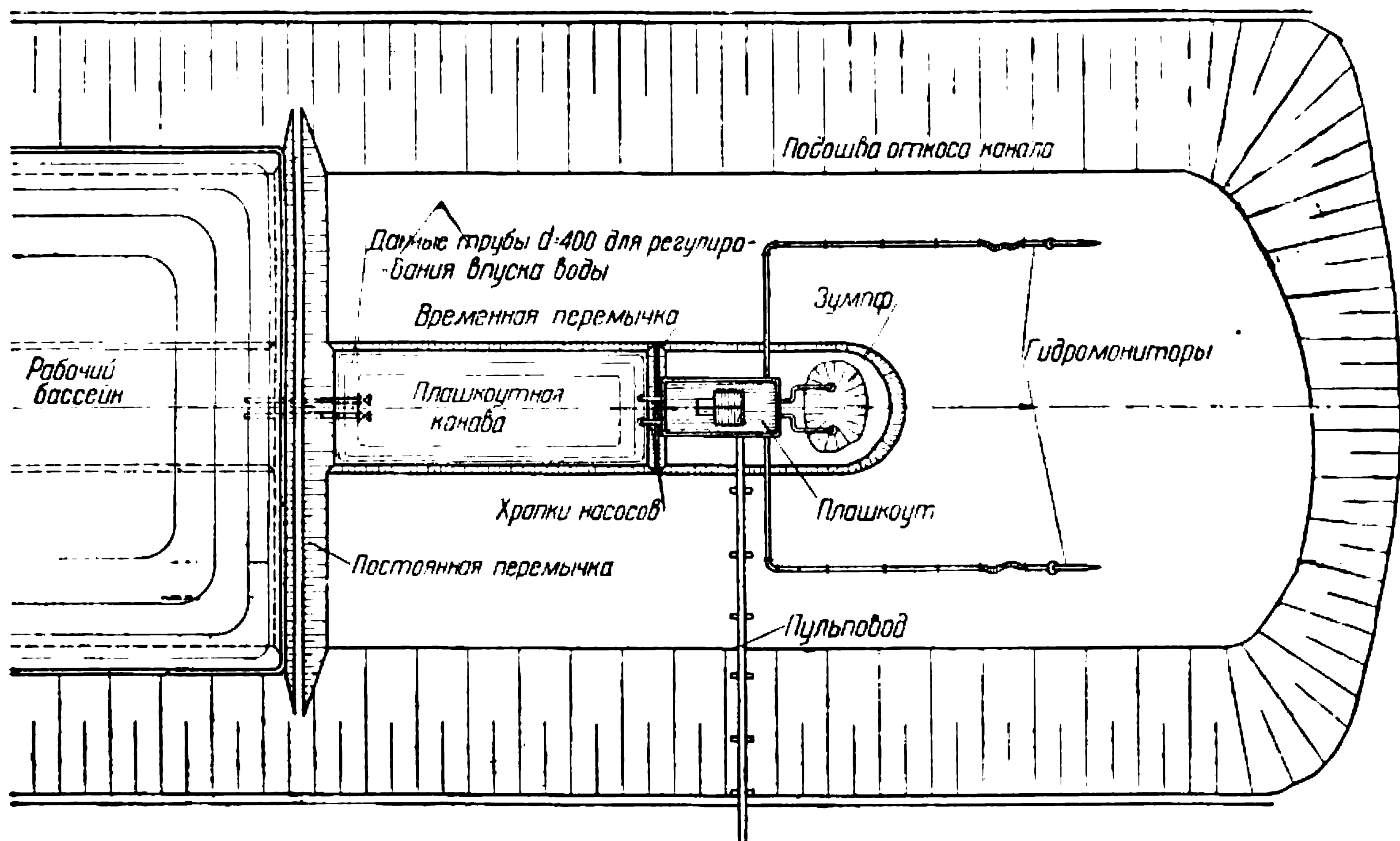
Участок канала на пк 55/0—56/3 разрабатывался сначала вручную с отвозкой грунта грабарками, механическими лопатами Беккера и механическими крючниками.

Оставшиеся после их работы недоборы глубиной на пк 55/0—56/0 0,5—1 $м$ и на пк 56/0—56/3 1,5—2,5 $м$ оказались ниже уровня грунтовых

вод. Их выемка всякими другими способами кроме способа идромеханизации была сопряжена с трудоемкими осушительными работами.

Оставшиеся грунты представляли собой иловатые суглинки и супеси. Объем работ первоначально намечался в 115 000 $м^3$, но фактически было разработано 158 732 $м^3$.

Для выемки грунта на пк 55/0—55/5+50 был построен плашкоут № 201, на пк 55/5+50—56,0 — стационарная установка № 102 с одной передвижкой и от пк 56/0 до пк 56/3 — стационарная установка № 203. Плашкоут строился в котловане на клетках. По окончании сооружения плашкоута котлован наполнили водой, в результате чего плашкоут всплыл, и на нем установлено оборудование, состоящее из: двух землесосов Мелитопольского завода производительностью каждый $Q = 400$ *м³/час*, $H = 30$ *м* с электромоторами 110 *квт*, 380 *в*, 730 об/мин; двух насосов завода им. Фрунзе производительностью каждый $Q = 660$ *м³/час*, $H = 45$ *м* с электромоторами 135 *квт*, 380 *в*, 1 450 об/мин. Землесосы и насосы



Фиг. 6. Схема организации работ установки № 201.

работали параллельно, первые в общий магистральный пульповод, а вторые — в общий магистральный водопровод. На том же плашкоуте была смонтирована и понизительная подстанция в 560 *квт* с пусковым ящиком ЯЖ-14. Переход от воздушной линии 6 *кв* подстанции на плашкоуте производился при помощи кабеля ГТО $3 \times 35°$.

Разработка грунтов началась 5/V 1936 г. от пк 55/3 в южном направлении. Проектом была намечена следующая организация работ. Плашкоут располагается по оси специальной канавы, глубина которой назначается на 1,25 *м* ниже красной отметки, а ширина по дну 8 *м*, поверху 10 *м*. В рабочем состоянии плашкоут устанавливается на дне канавы, при передвижке производится затопление канавы водой, после чего плашкоут всплывает и легко может перемещаться к следующему забою.

Снабжение водой предполагалось осуществить следующим образом: из ближайшего ручья открытием шандоров в сооруженной перемычке вода поступает в рабочий бассейн, из которого самотеком по трубам поступает в плашкоутную канаву (фиг. 6). Рабочий бассейн отделяется от плашкоутной канавы и от зоны разработки перемычкой (основной), под-

пирающей горизонт воды в нем до отметки 125, на 0,5 *м* выше красной отметки и горизонта воды в плашкоутной канаве.

Плашкоут строится в рабочем бассейне и заводится в плашкоутную канаву. Внутри перемычки для питания водой плашкоутной канавы прокладываются донные трубы с задвижками на концах. Храпки насосов выводятся за основную перемычку в рабочий бассейн в первой позиции плашкоута, а во второй и последующей позициях — за временную перемычку уже в плашкоутную канаву. Временные перемычки уничтожаются перед всякой передвижкой плашкоута.

Плашкоут, заняв рабочее положение, подсоединяется к пульповоду; затем землесосом откачивается вода из плашкоутной канавы и плашкоут садится на дно. После этого начинается размыв грунта гидромониторами с площадки плашкоута и далее гидромониторами, устанавливаемыми на дно забоя. Зумпфом служит та же плашкоутная канава, слегка углубленная. Передвижки плашкоута намечалось осуществлять через 125 *м*, плашкоутные канавы засыпать при окончательной отделке выемки канала из недоборов. Срезку откосов предполагалось производить вслед за разработкой канала плашкоутом с подачей грунта вручную к зумпфу. Глубокую срезку откосов предполагали производить гидромониторами.

Фактически работы помощью плашкоутных установок были организованы иначе.

Плашкоутная канава и рабочий бассейн не устраивались. Вся выемка за плашкоутом находилась под водой глубиной до 1,5 *м*; в передней части плашкоут примыкал вплотную к перемычке, за второй располагался и зумпф. Плашкоут все время был в плавающем состоянии. При передвижке размывались гидромонитором перемычка между зумпфом и плашкоутом, в результате чего вновь выработанный забой заполнялся водой и плашкоут на плаву перемещался к стенке нового забоя, в котором предварительно было размыто углубление для зумпфа. После передвижки плашкоута стенка забоя восстанавливалась перемычкой из шпунта и грунта, и таким образом получался новый зумпф.

Главнейшие недостатки этой системы заключаются в следующем. 1. В затопленной части выемки прекращалась работа по отделке ее. 2. Оставался большой недобор в перемычках, разработка которых возможна была после больших строительных работ и притом другими средствами, как-то: экскаваторами с двойной перекидкой и тачками при мехкрючниках. 3. Присоединение землесоса к пульповоду делалось при помощи шлангов, которые быстро выходили из строя. Помимо этого проволочная спираль, как правило, вырывалась из шланга после 10—12 час. работы и застревала в пульповоде, что вызывало длительные простои для очистки пульповода. Жесткое соединение землесоса с пульповодом, учитывая подвижность плашкоута, вызывало напряжение и смещение в креплениях землесоса к раме. 4. Перемычка между зумпфом и плашкоутом неоднократно прорывалась, что вызывало длительные простои.

в) Стационарная установка № 202

По начальным предположениям весь километр канала пк 55/0—56/0 должен был разрабатываться двумя плашкоутными установками. Но затянувшееся освоение первой установки и неправильная ее эксплоатация, снизившая эффективность работы, вызывали устройство здесь стационарных установок.

При длине разработки в 450 *м* для землесосной станции были намечены две позиции с радиусом действия $\sim$113 *м*. На р. Яхроме была построена насосная станция с понизительной подстанцией в ней на 320 *ква*. На пк 55/6 + 75 у западного откоса канала была построена землесосная на свайном основании. В насосной были установлены: насос завода им. Фрунзе $Q = 660$ *м*³/*час*, $H = 45$ *м* с электромотором 110 *квт*, 380 *в*, 1 450

об/мин. В землесосной — землесос Мелитопольского завода $Q = 400$ *м³/час*, $H = 30$ *м* с электромотором 110 *квт*, 380 *в*, 730 об/мин. Уклон забоя в сторону зумпфа был принят 3%.

Работы начались с углубления зумпфа для того, чтобы образовать забой. Углубление зумпфа велось только с помощью подмывной трубы, установленной параллельно приемной трубе, имеющей насадку диаметром 65 *мм*, выведенную на 150—200 *мм* ниже всасывающей трубы землесоса (фиг. 7).

Эффективность работы гидромониторов значительно снижалась из-за небольшой высоты забоя и малого напора струи. Последнее частично компенсировалось частыми передвижками гидромониторов, наибольшая удаленность которых от забоев не превышала 4 *м*; давление в насадке поддерживалось 3 *ат*, а в насосной — 4,5 *ат*. Уход за зумпфом и борьба с обратным подпором в нем обеспечили подачу размытого грунта к землесосу без выпадения частиц по пути самотечного перемещения грунта.

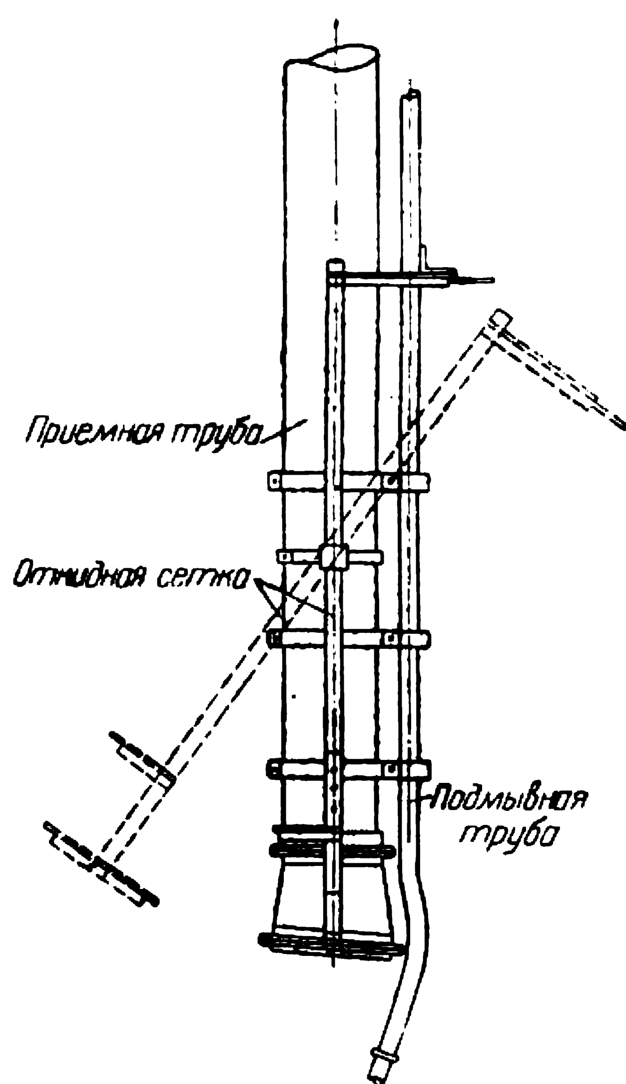


Рис. 7. Всасывающая труба с подмывным устройством.

Глубина в зумпфе поддерживалась не выше 0,8 *м*, что гарантировало нужные скорости подтекания пульпы и предотвращало образование подпора подтекающей пульпы. В случае подъема горизонта в зумпфе выше, чем это требовалось, гидромониторы выключались, если и этого оказывалось недостаточно, то прекращался размыв грунта, после чего пульпа отсасывалась из зумпфа. Если же неполадки не ликвидировались, то останавливался землесос.

Крупным недостатком в работе этой установки было отсутствие измерительных приборов: вакуумметра, манометра, амперметра, вольтметра и ваттметра. Поставленные вакуумметр и манометр испортились вследствие жесткого присоединения к землесосу при помощи железных трубок; кроме того не были присоединены отстойные бачки, вследствие чего приборы забивались пульпой.

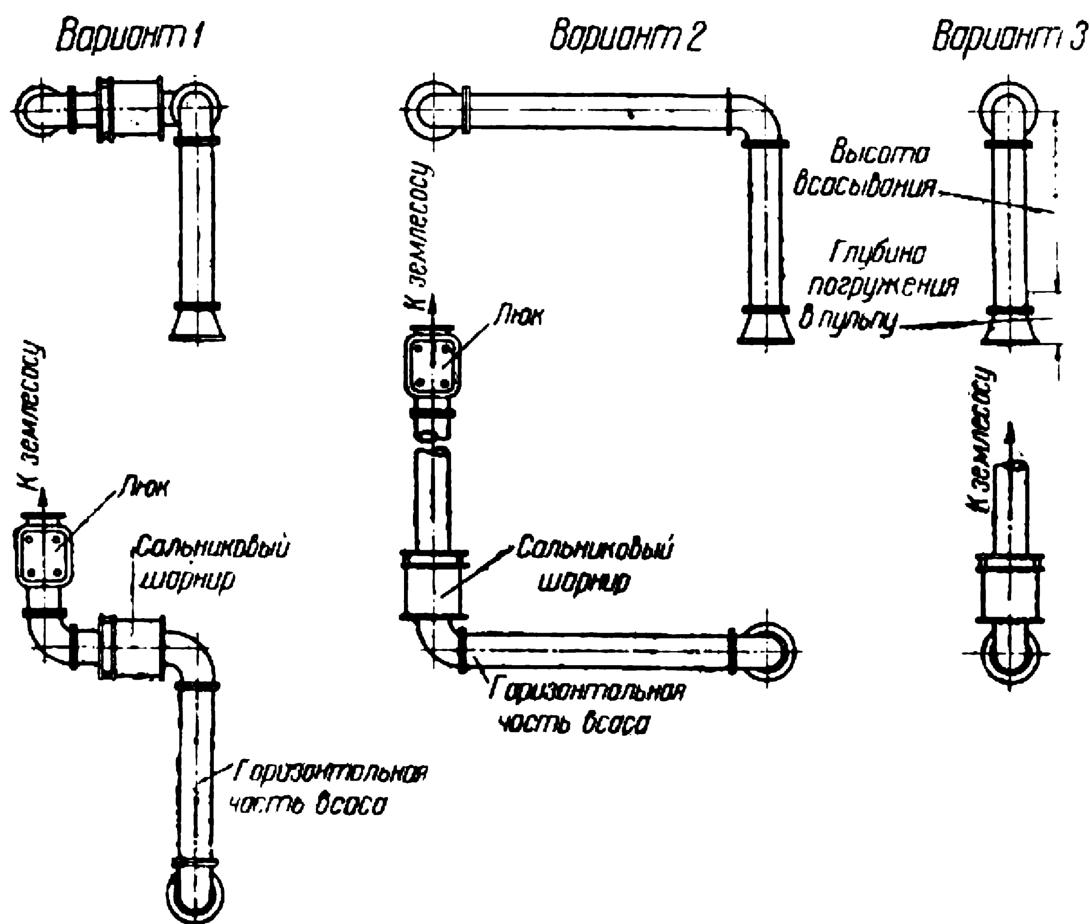
Зумпф был обеспечен следующим инструментом: багор, грабли для вылавливания камней, сетки, поплавок-гаситель воронок в зеркале зумпфа и носилки для мусора. Над зеркалом зумпфа устраивалось рабочее место для зумпфовщика в виде висячего мостика на П-образной опоре, которая вместе с тем служила и опорой для подвешивания на талях всасывающей трубы землесоса, вращающейся вследствие наличия сальникового шарнира. В практике Центрального района всасывающие трубы с шарнирами выполнялись по трем вариантам (фиг. 8), причем наиболее рациональным в работе оказался вариант 1 несмотря на наличие трех колен.

В целях борьбы с засорением всасывающей трубы землесоса и самого землесоса применялись различного рода сетки, как-то: неподвижная, плоская и сферическая; цилиндрическая вокруг трубы, не связанная с ней; конусная, связанная с трубой; съемная сетка. Подвижность последней давала возможность в процессе работы, не останавливая землесоса и гидромониторов, приподнять сетку выше зеркала зумпфа и очищать ее, удаляя мусор из зумпфа.

Все сетки в большей или меньшей степени уменьшали производительность землесоса. Поэтому в последнее время их не ставили, а засоре-

ние землесосов устранялось тщательным надзором за чистотой зумпфа. Для этой цели на мостиках, над зеркалом зумпфа, работал „зумпфовщик", а в случае большой засоренности — и подсобный рабочий; с удалением же забоя ставился еще рабочий в 10—15 *м* от зумпфа для вылавливания из потока пульпы, камней, корней и леса.

В забоях, засоренных мерзляком, валунами, комьями растительного и торфяного грунта, хорошие результаты были получены при работе землесосом МВС $Q = 800$ *м³/час*, имеющим рабочее колесо так называемого гравийного типа $d = 680$ *мм* с отверстиями между лопастями в 160 *мм* (см. VI главу, Испытания механизмов). Это рабочее колесо работало без всяких сеток, если только зумпф и забой не были засорены камнем крупностью свыше 100 *мм*. Камень размера больше 100 *мм* быстро выбивал лопасти колеса. Поэтому при наличии их требовалась предварительная очистка забоев от таких камней.



Фиг. 8. Различные варианты установки сальникового шарнира на всасывающей трубе землесоса:

диаметр всасывающих труб 250 *мм* для землесоса $Q = 400$ *м³/час*, 300 *мм* для землесоса $Q = 800$ *м³/час*.

Стационарные землесосные как для землесоса 800 *м³/час*, так и для землесосов 400 *м³/час* были на Строительстве одного типа и отличались только размерами свайного основания (фиг. 9).

Разработка грунтов на пк 56/0—56/3 была выполнена установкой № 203, состоящей: из землесосов МВС $Q = 800$ *м³/час*, $H = 30$ *м* с электромотором 300 *квт*, 6 000 *в*, 730 об/мин и насоса Сумского завода $Q = 540$ *м³/час*, $H = 100$ *м* с электромотором 250 *квт*, 6 000 *в*, 1 450 об/мин.

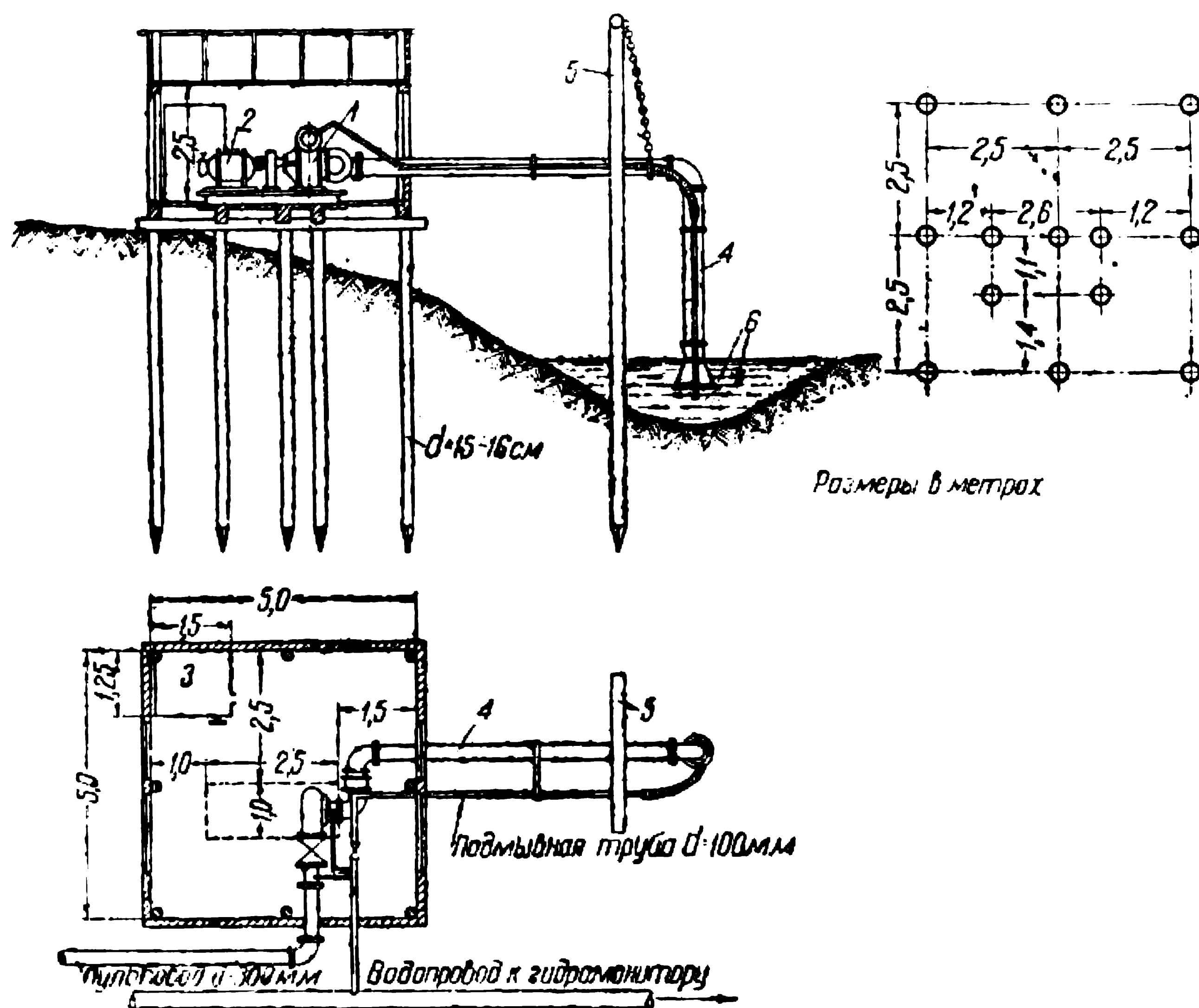
Насосная станция была расположена на р. Яхроме и имела бетонный фундамент для насоса. Землесосная имела свайное основание и была расположена у подошвы откоса канала с восточной стороны. Принцип эксплоатации был тот же, что и на установке № 202.

Решающим фактором, определяющим успешную работу землесоса, являлось наличие квалифицированных работников. На стационарной установке типа № 202 и 203, т. е. состоящей из землесосной с одним агрегатом и насосной тоже с одним агрегатом, облуживающий персонал состоял (в 1 смену) из 7 человек, в том числе: 1) машиниста землесоса — 1; 2) пом.

машиниста — 1; 3) зумпфовщика — 1; 4) гидромониторщиков — 2; 5) подсобных рабочих — 3; 6) машиниста насосной — 1.

Сквозная бригада для обслуживания землесосной, насосной, магистрального водопровода, рабочего водопровода, пульповода и т. д. состояла из $6^1/_2$ чел. в смену: 1) электромонтера — 1; 2) электросварщика — $^1/_2$ (1 в сутки); 3) слесаря-водопроводчика — 1; 4) плотника — 1; 5) подсобных рабочих — 3. Административно-технический персонал состоял из начальника установки и его помощника.

Машинист обслуживал всю установку в целом, т. е. землесосы, насосы, и электромоторы. Помимо этого машинист землесосной руководил работой зумпфовщика.



Фиг. 9. Схема типовой стационарной землесосной $Q = 400$ *м³/час* (Центральный район):

1 — землесос $Q = 400$ *м³/час*, $H = 30$ *м*; 2 — электромотор 110 *квт*, 384 *в*, 730 об/мин; 3 — трансформатор; 4 — всасывающая труба землесоса; 5 — *П*-образная опора с талью для подъема всасывающей трубы; 6 — зумпф.

Одним из крупных недостатков в организации работы описанных установок была неналаженность диференцированного учета из-за отсутствия в первое время связи, а в дальнейшем измерительных приборов.

Сопоставление достигнутых установкой № 20 результатов по сравнению с проектом сделано в табл. 3. Проектом предполагалась одна установка с четырьмя рабочими землесосами производительностью по 400 *м³/час* пульпы. В действительности ввиду разнородности оборудования и различных условий работы установка была разбита на три землесосных № 201, 202 и 203.

Суммарная производительность установки превысила проектную на 45% за счет удвоения продолжительности работы и некоторого увеличения мощности оборудования. Производительность же отдельного землесоса (условно приведенного к производительности 800 *м³/час*) была ниже запроектированной в силу резкого увеличения (почти вдвое) расхода воды на 1 *м³* грунта. Это вызывалось характером грунтов (тяжелые грунты)

Таблица 3

№ п/п	Показатели	Измер.	По проекту	Фактически			
			всего	№ 201	№ 202	№ 203	всего
1	Размыто грунта	$м^3$	15 000	77 531	38 385	50 556	166 473
2	Число рабочих дней установки	дн.	74	147	112	40	147
3	Среднесуточная производительность установки	$м^3$	1 500	526	342	1 264	1 140
4	Количество установленных землесосов						
	а) производительность 400 $м^3/час$	шт.	4	2	1	—	3
	б) то же 800 $м^3/час$	„	—	—	—	1	1
	в) приведенных к 800 $м^3/час$	„	2	1	0,5	1	2,5
5	Производительность приведенного землесоса Q = 800 $м^3/час$						
	а) в сутки	$м^3$	780	526	684	1 264	685
	б) в час чистой работы	„	46,5	34,0	41,0	65,0	41,6
6	Коэфициент использования рабочего времени	%	70	64,0	69,0	81,0	71,1
7	Расход воды на 1 $м^3$ грунта	$м^3$	7,0	14,5	13,0	11,4	13,0
8	„ электроэнергии на 1 $м^3$	*квт-ч*	5,3	7,0	7,0	6,0	6,7
9	Производительность рабочего в смену	$м^3$	31	18	20	39	22
10	Стоимость выемки 1 $м^3$ грунта	руб. и коп.	1—93	—	—	—	2—37

и главным образом малой высотой забоев. В связи с этим увеличились и расход энергии и следовательно стоимость работы.

Из сравнения установок № 201, 202 и 203 можно сделать общий вывод, что в условиях работы Центрального района плашкоутная установка № 201 с двумя землесосами 400 $м^3$ работала хуже, чем стационарная установка № 202 с одним землесосом 400 $м^3$. Это объясняется тем, что работа плашкоутной установки здесь не была освоена. Значительно лучшие показатели дала стационарная установка № 203 с одним землесосом 800 $м^3$. Производительность приведенного землесоса на ней почти вдвое больше, чем на остальных установках.

Основные показатели работы плашкоута № 201 даны в табл. 4

Таблица 4

№ п/п	Показатели	Измер.	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Всего
1	Размыто грунта	$м^3$	11 655	26 515	9 289	21 306	8 293	473	77 531
2	Число рабочих дней установки	дн.	22	30	31	23	30	4	147
3	Среднесуточная производительность установки	$м^3$	400	885	300	925	276	118	526
4	Число работы землесосов: 400 $м^3/час$	шт.	2	2	2	2	2	2	2
5	„ „ „ приведенных к 800 $м^3/час$	„	1	1	1	1	1	1	1
6	Производительность в сутки землесосов 400 $м^3/час$	$м^3$	200	441	150	463	138	59	263
7	Производительность в сутки землесосов приведенного к 800 $м^3/час$	„	400	883	300	925	276	118	526
8	Число часов чистой работы землесоса, приведенного к 800 $м^3/час$	час.	426	523	236	401	622	70	2 276
9	Производительность приведенного к 800 $м^3/час$ землесоса за час чистой работы	$м^3$	27	51	40	53	13	7	34
10	Коэфициент использования рабочего времени	%	60	73	33	73	87	73	64
11	Расход электроэнергии на 1 $м^3$	*квт-ч*	5,4	5,3	8,0	6,9	17,0	29,0	7,0
12	Расход воды на 1 $м^3$ грунта	$м^3$	10	9,6	19	9,6	—	—	14,5
13	Производительность рабочего в смену	„	31,4	12,8	17,3	24,0	27,6	7,0	18,0
14	Стоимость выемки 1 $м^3$ грунта [1]	руб. и коп.	1—63	2—05	2—17	2—33	3—14	3—68	2—37

[1] Средняя по всем установкам Центрального района.

Простои установки составляли 28,9% от всего рабочего времени и распределялись следующим образом: 1) механические — 4,5%; 2) электро-

механические — 1,3%; 3) водопроводные — 2,5%; 4) пульповодные — 1,2%; 5) передвижка установки — 7,5%; 6) передвижка гидромониторов — 0,7%; 7) отсутствие тока — 2,4% и 8) прочие — 8,8%.

Основные показатели работы установок № 202 и 203 приведены в табл. 5 и 6.

Таблица 5

№ п/п	Показатели	Измер.	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Всего
1	Размыто грунта	$м^3$	5 825	13 257	11 607	3 561	4 136	38 386
2	Число рабочих дней установки	дн.	29	30	31	6	16	112
3	Среднесуточная производительность установки	$м^3$	200	430	375	594	258	342
4	Число рабочих землесосов производительностью 400 $м^3/час$	шт.	1	1	1	1	1	1
5	„ „ „ приведенных к 800 $м^3/час$	„	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
6	Производительн. землесоса в сутки 400 $м^3/час$	$м^3$	200	430	375	595	258	342
7	„ „ „ „ приведенного к 800 $м^3/час$	„	400	860	750	1 190	516	684
8	Число часов чистой работы приведенного землесоса	час.	213	261	256	46	165	940
9	Производительность приведенного землесоса за час чистой работы	$м^3$	27	51	45,5	78	25	41
10	Коэфициент использования рабочего времени	%	60	73	69	65	46	69
11	Расход воды на 1 $м^3$ грунта	$м^3$	10	9,6	14	9,4	27	13
12	„ электроэнергии на 1 $м^3$	квт-ч	5,4	5,3	7,1	6,5	15,0	7,0
13	Производительность рабочего в смену	$м^3$	31,4	12,8	27,7	32	25,5	20,0
14	Стоимость выемки 1 $м^3$ [1]	руб. и коп.	1—63	2—05	2—12	2—33	3—14	2—37

[1] Средняя по всем установкам Центрального района.

Таблица 6

№ п/п	Показатели	Измер.	Июль	Август	Сентябрь	Всего
1	Размыто грунта	$м^3$	37 558	9 356	3 642	50 556
2	Число рабочих дней установки	дн.	22	7	11	40
3	Среднесуточная производительность установки	„	1 700	1 340	330	1 264
4	Число рабочих землесосов производительностью 800 $м^3/час$	шт.	1	1	1	1
5	Производительность землесоса в сутки	$м^3$	1 700	1 340	330	1 264
6	Число часов чистой работы	час.	468	157	159	784
7	Производительность за час чистой работы	$м^3$	80	60	23	65
8	Коэфициент использования рабочего времени	%	89	93	60	81
9	Расход воды на 1 $м^3$ грунта	$м^3$	8,5	12	39	11,4
10	„ электроэнергии на 1 $м^3$ грунта	квт-ч	4,3	7,0	21,0	6,0
11	Производительность рабочего в смену	$м^3$	49,3	40,0	12,0	39,0
12	Стоимость выемки 1 $м^3$ грунта	руб. и коп.	2—12	2—33	3—14	2—37

г) Работа установок № 21а и 21б в 1936 г.

Участки канала от пк 61/1 до пк 62/3 длиной 1,2 *км* и от пк 62/7 до пк 63/1 длиной 400 *м* с начала 1935 г. и до весны 1936 г. разрабатывались различными сухими способами: вручную с транспортом грабарками и механическими крючниками, экскаваторами. Однако к весне 1936 г. на этих участках оставался еще значительный объем работ — около 600 000 $м^3$, который необходимо было выполнить в течение 2—3 месяцев, чтобы не задержать начала бетонных работ по Яхромской пристани. Это обстоятельство, а также наличие вблизи воды и электроэнергии и послужили поводом к организации работ на этих участках способом гидромеханизации.

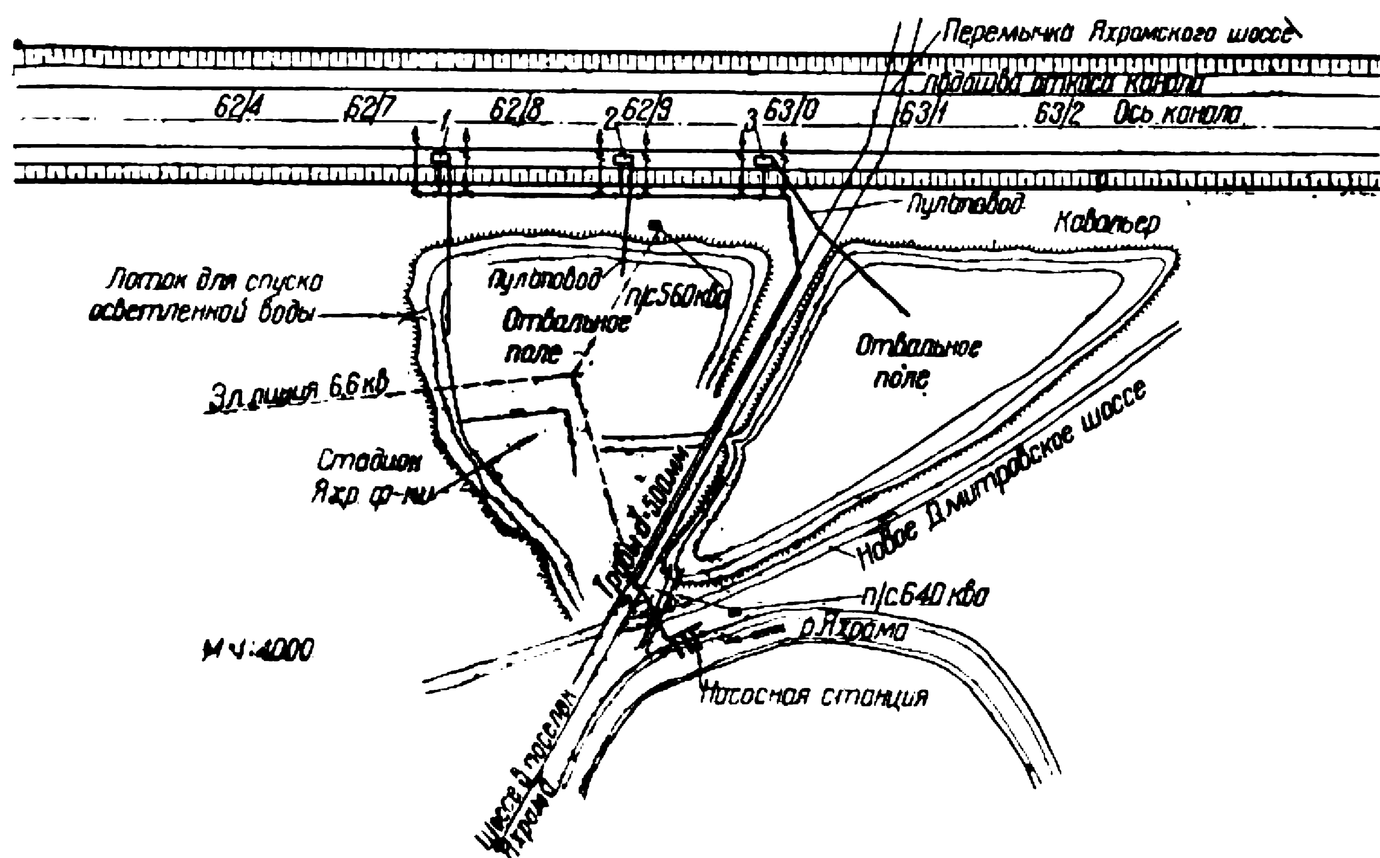
Черные отметки колебались от 126 до 134,37 *м* при красной — 124,50. Таким образом высота забоя была от 1,5 до 9,87 *м*. Расчетный объем

работы составлял на первом участке 420000 $м^3$, а на втором 166000 $м^3$, всего 586000 $м^3$. Грубая выемка должна была быть сделана в течение трех месяцев, а участок пк 62/0—62/3 должен был быть закончен в течение двух месяцев.

Для производства указанных работ были запроектированы две группы установок — № 21а и 21б с централизованным снабжением водой.

По данным геологического разреза грунты в напластовании сверху вниз были: торф, супеси серые, иловатые, затем пески среднезернистые, сильно илистые, с крупным песком и размером частиц от 0,5 до 3 *мм*, пески крупнозернистые, малоглинистые с галькой и камнем. На всем протяжении участков на западной стороне в расстоянии 200—300 *м* протекает р. Яхрома.

Установка № 21а. Для разработки грунтов от пк 62/7 до пк 63/1 были построены 3 землесосные с радиусом действия приблизительно 50 *м*, смещенные к западной подошве откоса канала. В каждой землесосной



Фиг. 10. Схема разработки канала от пк 62/7 до пк 63/1. Установка № 21а (Центральный район):

1 — землесосная № 211; *2* — землесосная № 212; *3* — землесосная № 213 (по одному землесосу Мелитопольского завода $Q = 400$ $м^3/час$ с мотором 110 *квт*, 380 *в*, 730 об/мин).

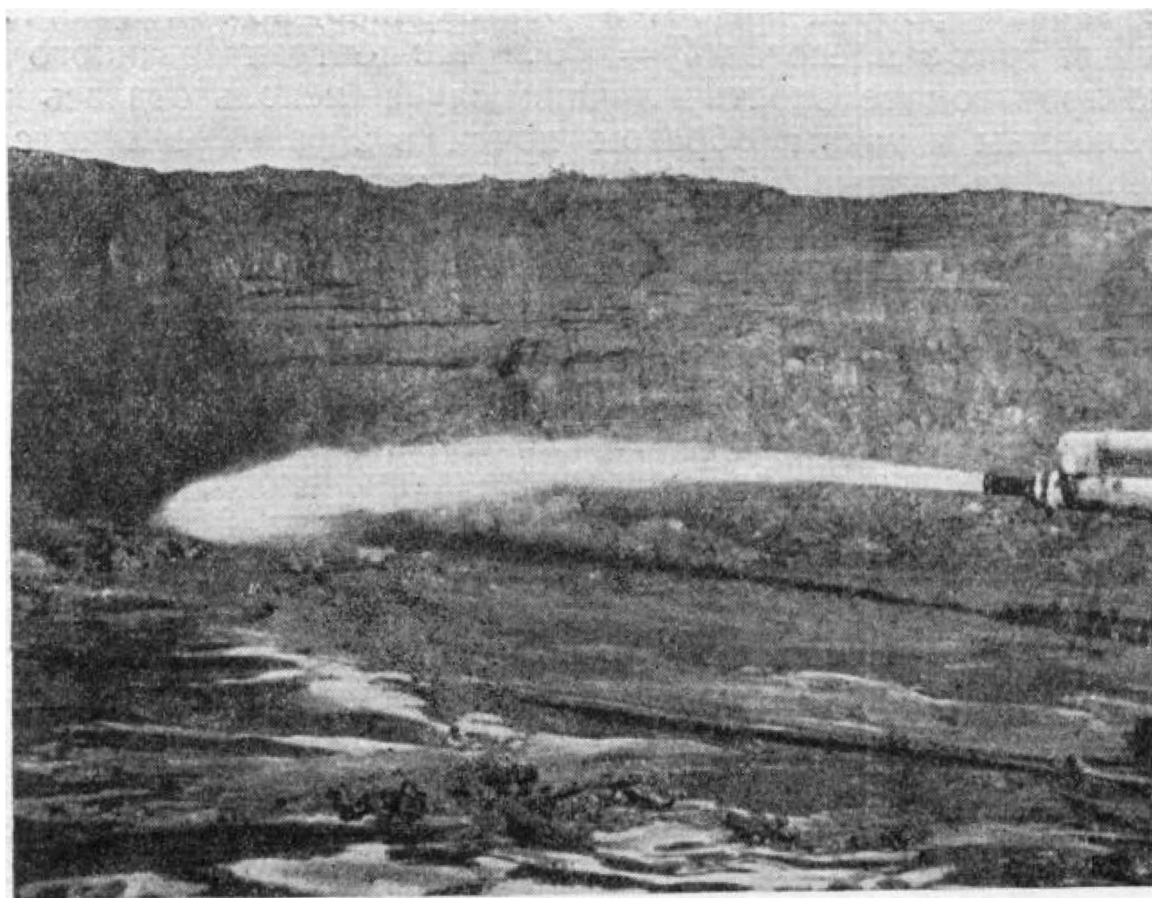
было установлено по одному землесосу Мелитопольского завода $Q = 400$ $м^3/час$, $H = 30$ *м* с электромотором 110 *квт*, 380 *в*, 730 об/мин.

Для подачи воды землесосным станциям была построена на берегу р. Яхромы насосная станция с шестью насосами Мелитопольского завода, $Q = 700$ $м^3/час$, $H = 40$ *м*, соединенными попарно последовательно с электромоторами 140 *квт*, 380 *в*, 1450 об/мин. Три последовательные пары насосов работали параллельно в один магистральный водопровод $d = 500$ *мм*, от которого уже ответвлялись рабочие трубопроводы по две нитки у каждой землесосной (фиг. 10). Пульповоды были собраны из деревянных труб $d = 300$ *мм*, что несколько увеличивало их производительность.

По проекту предусматривалась постройка всех трех землесосных на отм. 126,24, для чего требовалось сделать три котлована для площадок под землесосные глубиной каждый до 5—6 *м*. Это открыло бы забой высотой от 6 до 10 *м*, причем выемка была бы сделана одной проходкой при высоте всасывания приблизительно 5 *м*. Тяжелые грунты, как крупнозернистые пески с гравием, требующие больших уклонов (0,06—0,09), могли бы быть взяты в смеси с легкими грунтами.

В действительности землесосные не были построены на проектных отметках. Площадки под них были заглублены только до отм. 132, и выемка была сделана двумя проходками при одном опускании землесосных. Последняя проходка велась на крупнозернистом песке с галькой и камнем, что резко снизило выработку землесосных снарядов, так как не был обеспечен нужный уклон ($i = 0{,}09$), а сохранен проектный ($i = 0{,}04$), рассчитанный, как сказано выше, на смесь легких и тяжелых грунтов.

Пески при этом уклоне выпадали из пульпы, в результате образовывались перекаты, ликвидация которых производилась гидромониторами. При подгонке грунта к зумпфу гидромониторами во всасывающую трубу попадал воздух, землесос переставал забирать пульпу и всасывающая труба его заносилась грунтом. Поэтому для получения требуемого уклона у части землесосных произвели заглубление зумпфа и на остальных стали применять следующие методы, давшие удовлетворительные результаты.



Фиг. 11. Установка № 21а — разработка выемки в Центральном районе.

1. Поток пульпы отжимался по пути подтекания щитками, чем уменьшалось сечение потока, увеличивались его скорости и глубина, поток интенсивно срезал массив песка и уносил его к зумпфу; свободное подтекание пульпы и мало изменяемый горизонт зумпфа обеспечили спокойную работу землесоса.

2. Щитки устанавливались вокруг зумпфа по линии забоя; гидромонитор, работая, наступал на забой; песок, увлекаемый струей, ударялся о щитки, отражался от них в сторону от зумпфа. Таким образом щитки применялись для изменения направления движения песка, чем и обеспечивалось его свободное перемещение к зумпфу.

Забои последней проходки были чрезвычайно богаты гравием. Это побудило организовать его добычу, для чего на отвальном поле под пульповодом на конце каждого землесоса было установлено сито, с которого снималось в сутки до 26—30 $м^3$ промытого гравия.

Несмотря на чрезвычайно быстрый износ рабочих колес и корпусов землесосов, добыча гравия способом гидромеханизации была выгодна. Рабочие колеса, не покрытые сталинитом, изнашивались в течение 4—5 дней, а со сталинитовой наплавкой — в течение 15—18 дней. Корпуса

землесосов не менялись в течение всего сезона, вследствие чего они имели двух- и трехслойные заплаты и электронаплавку.

Много неполадок происходило на насосной станции, несмотря на наличие двухрезервных агрегатов. Нередки были случаи остановки насосных станций из-за порчи двух-трех насосов, входящих в последовательные группы. Чаще всего ломались корпуса, обоймы и щечки упорных подшипников. Объясняется это тем, что насосы были рассчитаны на давление в 40 *м*, а попарно-последовательным их соединением давление в них удваивалось. Кроме того частой причиной больших аварий в момент внезапного снятия напряжения служило отсутствие обратного клапана, отделяющего магистральный водопровод от насосной станции.

Хронические неполадки в насосной заставили отказаться от насосов Мелитопольского завода и в середине сезона был установлен насос завода „Борец" $Q = 1700$ *м³/час*, $H = 84$ *м* с электромотором 680 *квт*, 6 000 *в*, 1 450 об/мин.

Насос завода „Борец" работал безаварийно, но экономически был невыгоден для трех землесосов $Q = 400$ *м³/час* централизованного действия, так как его производительность в лучшем случае использовалась несколько больше половины и таким образом почти в 2 раза увеличился расход электроэнергии на размыв в 1 *м³* грунта против фактической потребности.

Установка № 21б. Для разработки грунтов от пк 61/1 до пк 62/3 протяжением 1,2 *км* было построено 7 стационарных землесосных по одному агрегату в каждой и на берегу р. Яхромы — одна насосная с 7 агрегатами.

Из 7 землесосов пять были Мелитопольского завода $Q = 400$ *м³/час*, $H = 30$ *м* с электромоторами 110 *квт*, 380 *в*, 730 об/мин и два землесоса МВС $Q = 800$ *м³/час*, $H = 30$ *м* с электромоторами 300 *квт*, 6000 *в*, 730 об/мин. В насосной были установлены 7 двухступенчатых насосов Сумского завода $Q = 540$ *м³/час*, $H = 100$ *м* с электромоторами 240 *квт*, 6 000 *в*, 1 450 об/мин.

Все насосы были параллельно присоединены к магистральному водопроводу. От насосной была проложена одна нитка магистрального водопровода, которая на расстоянии 100 *м* от насосной разветвлялась на две нитки, одна шла по бичевнику на север, а другая, после пересечения канала, — по бичевнику на юг. У каждой землесосной магистрали от магистрального водопровода были проложены две нитки рабочего водопровода к гидромониторам и одна нитка — к подмывной трубе землесоса. Из 7 насосов один намечался резервным при одновременной работе всех 7 землесосов. Производительность насосной была 3 240 *м³/час* воды при манометрическом давлении в насосной 10 *ат*.

Для размыва был принят максимальный расчетный расход воды при одновременной работе гидромониторов и подмывных труб со средним давлением в насадке не меньше 8 *ат* (табл. 7).

Потери воды в забое на фильтрацию в избытке компенсировались притоком грунтовых вод. Для приближения к действительности вводился коэфициент одновременности в работе землесосов, гидромониторов и подмывных труб не выше 0,8. Таким образом общий расчетный расход воды составлял $3\,150 \cdot 0{,}8 = 2\,520$ *м³/час*. Опыт однако показал, что в лучшем случае из 7 работало 5 насосов, а чаще всего работало 4 насоса.

Землесосные были расположены по трассе канала на расстоянии 170 *м* одна от другой: 4 вдоль подошвы западного откоса канала, а 3 вдоль восточной с радиусом действия в среднем до 85 *м*. Смещение землесосных к подошве откосов канала диктовалось наивыгоднейшим их расположением по отношению к полям отвалов.

Осветленная вода с полей отвалов могла отводиться только к р. Яхроме, протекающей к западу от канала. Для спуска осветленной воды с восточных полей отвалов пришлось перебросить через канал лотки сечением $1{,}0 \times 0{,}6$ *м*.

Сравнительно большая высота намыва на отвалах — 5 *м* — требовала большой предварительной работы по обвалованию и устройству водоспус-

ков для осветленной воды. Обвалование производилось вручную, в марте и первой половине апреля 1936 г. основание под дамбы обвалования не было очищено от мерзляка, высота обвалования не превышала 1 *м* необходимых вместо 6 *м*. Объем работ по отсыпке дамб обвалования не превышал 10000 $м^3$. Производительность установок была 86400 $м^3$ пульпы в сутки, при площади в 10 *га* за сутки намывной слой доходил до 85 *см* высотой.

Таблица 7

Порядковый номер землесоса	Производительность землесоса в пульпе	Средняя консистенция	Производ. землесоса по грунту	Диаметр насадок	Потребность в воде
1—2 3, 4, 5, 6 и 7	800 $м^3$/*час* 400 "	1 : 7 1 : 7	100 $м^3$/*час* 50 "	75 *мм* 50 "	700 $м^3$/*час* 350 "
Итого	—	1 : 7	450 $м^3$/*час*	—	3 150 $м^3$/*час*

Несколько смягчила остроту положения переброска экскаватора на этот участок для отсыпки дамб обвалования. Но все же на отвальном поле до окончания работ периодически наблюдались аварии. Чаще всего подмывалось обвалование у водопусков осветленной воды. Это объясняется тем, что намыв по периметру обвалования велся неравномерно, вследствие чего оставались незамытые участки обвалования.

Опыт показал, что наиболее надежными водоспусками оказались шандорный и сифонный. При устройстве водоспусков последнего типа аварии в зоне их действия не наблюдались. Большие затруднения для работы установки создавали оползни и переборы по откосам. При высоких забоях, состоящих из серых иловатых супесей, и отвесной стенке забоя оползни наблюдались особенно часто. При разработке таких грунтов необходимо иметь забой не с вертикальной стенкой, а с пологим откосом.

Переборы по откосам при производстве работ были сделаны ввиду отсутствия контрольных вышек и лекал.

Наблюдения за консистенцией пульпы и расходом воды на 1 $м^3$ размытого грунта велись по этой установке эпизодически, и только для землесосных № 51, 55 и 57 имеются некоторые данные, сведенные в табл. 8.

Таблица 8

Землесос	Количество набл.	Высота забоя в *м*	Макс. расстояние от зумпфа до забоя в *м*	Давление у насадки в *м*	Грунт	Расход воды на 1 $м^3$ грунта в $м^3$	Среднее
№ 51—400 $м^3$/*час*	10	1,5	50	85	Супесь 70%, мелкозернистый песок 30%.	3,7—12,5	10,8
№ 55—400 "	16	3	20	80	Тяжелая глина	3,4— 5,5	4,8
№ 57—800 "	7	—	90	75	Морена с булыжником	14,8—21,2	18,2

Консистенция определялась путем взятия проб пульпы и отстаивания жидкости до того времени, пока грунт полностью оседал и уплотнялся. После определения объемов пробы передавались в грунтовую лабораторию для приведения их к нормальной влажности в плотном теле.

Наибольший расход воды наблюдался на землесосной № 57. Это объясняется тем, что зумпф здесь не был заглублен и разработка велась так, что пульпа растекалась по всему забою и подтекала к зумпфу очень жидкой.

Итоги работы установок № 21а и 21б приведены в табл. 9. Сравнение приведенных проектных данных с фактическими показывает, что полное выполнение заданного объема работ было достигнуто за счет значительного удлинения рабочего сезона.

Фактические производительности землесосов оказались ниже проектных в 2 и более раза. Это всецело объясняется тяжелыми грунтами и малой высотой забоев.

Таблица 9

№ п/п	Показатели	Измер.	Установка № 21а		Установка № 21б	
			по проекту	фактически	по проекту	фактически
1	Размыто грунта	$м^3$	160 000	145 271	420 000	421 356
2	Число рабочих дней установки	дн.	64	153	60	224
3	Среднесуточная производительность установки	$м^3$	2 700	950	7 000	1 880
4	Количество установленных землесосов:					
	а) производительностью 400 $м^3/час$	шт.	3	3	5	
	б) » 800 »	»	—	—	2	2
	в) приведенных к 800 $м^3/час$	»	1,5	1,5	4,5	4,5
5	Число приведенных землесосочасов чистой работы	час.	—	3,528	—	8,515
6	Производительность приведенного землесоса 800 $м^3/час$:					
	а) в сутки	$м^3$	1 800	645	1 560	730
	б) в час чистой работы	»	100	41	87	50
7	Коэффициент использования рабочего времени	%	75	65	75	61
8	Расход воды на 1 $м^3$ грунта	$м^3$	7	12[1]	8,3	18[1]
9	» электроэнергии на 1 $м^3$ грунта	квт-ч	6,8	7,3	7,0	7,3
10	Производительность рабочего в смену	$м^3$	28,1	16,9[2]	45,0	16,9[2]
11	Стоимость выемки на 1 $м^3$ грунта	руб. и коп.	1—88	2—37[2]	1—80	2—37[2]

[1] Приблизительно.
[2] Среднее за год для всех установок Центрального района.

Простои установок в среднем за весь период работы составляли 37,0% от рабочего времени. Распределялись они следующим образом: механические — 11,8%, электротехнические — 3,5%, водопроводные — 5,7%, пульповодные — 2,5%, передвижка установки — 1,9%, передвижка гидромониторов — 1,7%, отсутствие тока — 1,8%, прочие — 8,1%.

Динамика изменения основных показателей по установке № 21а (землесосы №№ 211, 212 и 213) по месяцам видна из табл. 10.

Таблица 10

№ п/п	Показатели	Измер.	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Всего
1	Размыто грунта	$м^3$	26 543	18 330	56 230	36 410	6 608	1 150	145 271
2	Число рабочих дней установки	дн.	31	30	31	31	20	10	153
3	Среднесуточная производительность установки	$м^3$	855	610	1 810	1 170	330	115	950
4	Число землесосов 400 $м^3/час$	шт.	3	3	3	3	3	2	2,8
5	Приведенных к 800 »	»	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1,4
6	Число приведенных землесосочасов чистой работы	час.	704	759	877	814	272	102	3 528
7	Производительность приведенного землесоса к 800 $м^3/час$:								
	а) в сутки	$м^3$	570	406	1 200	780	220	115	645
	б) в час чистой работы	»	38	24	64	45	24	11	41
8	Коэффициент использования рабочего времени	%	63	70	78	73	38	41	65
9	Расход электроэнергии на 1 $м^3$ грунта	квт-ч	5,3	6,1	6,7	9,2	13,1	14,2	7,3
10	Производительность рабочего в смену	$м^3$	23,2	19,6	15,6	22,0	12,0	10,0	16,9
11	Стоимость выемки 1 $м^3$ грунта	руб. и коп.	1—63	2—05	2—12	3—14	3—14	3—68	2—37

Таблица 11

Основные показатели работы установки № 21б (землесосы № 41—47) приводятся в табл. 11.

№ п/п	Показатели	Измер.	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Всего
1	Размыто грунта	$м^3$	6 817	—	1 265	4 380	84 349	158 320	87 509	36690	21 648	14757	5 621	421 856
2	Число рабочих дней установки	дн.	29	—	8	30	26	30	27	16	24	23	11	224
3	Среднесуточная производительность установки	$м^3$	235	—	158	146	3 240	5 270	3 240	2 300	900	640	510	1 880
4	Число землесосов 400 $м^3/час$	шт.	—	—	—	—	2	5	5	2	3	3	3	3,6
5	Приведенные к 800 „	„	1	—	1	1	1	2	2	2	2	—	—	1,5
6	Число приведенных землесосочасов чистой работы	час.	518	—	70	300	1 211	2 016	1 787	819	1 136	486	172	8 515
7	Производительность землесоса 800 $м^3/час$:													
	а) в сутки	$м^3$	235	—	158	146	1 080	1 170	735	735	262	428	340	730
	в) в час чистой работы	„	29	—	18	14	69	79	49	45	19	30	33	50
8	Коэфициент использования рабочего времени	%	74	—	36	43	65	62	63	68	57	60	43	61
9	Расход электроэнергии на 1 $м^3$	квт-ч	—	—	—	22,4	5,3	6,1	6,7	9,2	13,1	14,2	19,5	7,3
10	Производительность рабочего в смену	$м^3$	11,4	—	9,5	5,4	23,2	19,6	15,8	22,0	12,0	10,0	15,8	16,9
11	Стоимость выемки 1 $м^3$ грунта	руб. и коп.	5—03	—	9—60	4—19	1—63	2—05	2—12	2—33	3—14	3—68	4—09	2—07

Для установки № 21а лучшим месяцем был июль 1936 г., когда средняя производительность приведенного землесоса была 1 200 $м^3$ в сутки, что соответствует производительности землесосов Мелитопольского завода $d = 200$ *мм* в 600 $м^3$ грунта в сутки. В отдельные дни землесос № 21 Мелитопольского завода давал рекордную производительность — 26 июля — 2 460 $м^3$ и 28 июля — 2 180 $м^3$.

д) Работа установки № 23

(Плашкоуты № 231 и 232)

Участок, намеченный к разработке при помощи установки № 23, был расположен на канале между пк 73/9 — 75/0 + 80. Суммарный объем намечавшихся здесь работ по предварительным расчетам составлял 240 000 $м^3$ выемки.

Участок ранее уже разрабатывался вручную с транспортированием грабарками, поэтому от пк 73/9 до пк 74/4 + 60 средняя глубина забоя достигала 1,5 *м*, а между пк 74/4 + 60 — 75/5 + 80 необходимо было произвести только подчистку грунта. Массив залегания грунтов начинался от пк 74/6 со средней глубиной забоя в 6 *м*. На пк 74/4 + 50 участок пересекался р. Скородайкой, которая имела устойчивый меженний расход воды 0,05 $м^3/сек$, а весенний средний максимум — 7,6 $м^3/сек$. Грунт представлял собой суглинки, иловатые суглинки и супеси.

Для производства работ способом гидромеханизации необходимо было на этом участке провести следующие подготовительные работы: а) постройка плотины на р. Скородайка с целью создания искусственного бассейна для задержки весенних вод, пополняемого выпадающими дождями и расходом р. Скородайки; б) постройка двух паводковых водосбросов, одного на подпорной плотине по восточной дамбе, а второго — за пределами трассы между дамбами обвалования полей отвалов; в) постройка сифона для подачи воды из бассейна в рабочий водоем; г) обвалование рабочего бассейна на трассе канала, пк 74/4 + 60 — пк 74/5 + 80; д) постройка двух плашкоутов и выемка плашкоутных канав; е) обвалование полей отвалов и постройка водосливов для отвода осветленной воды из отстойных прудков.

Искусственный бассейн. Потребность в воде на производство работ по выемке 24 000 $м^3$ грунта определилась в 2 640 000 $м^3$, из них

2 400 000 $м^3$ воды на размыв и транспортировку на поля отвалов при 10% консистенции и 240 000 $м^3$ воды на потери при передвижке плашкоутов, фильтрацию, испарение и пр. Река Скородайка с общей площадью водосбора в 24 $км^2$ и средним меженним расходом в 50 *л/сек* не могла обеспечить установки водой без создания водохранилища. От р. Скородайки с отм. 140,49 в обе стороны от нее местность быстро повышается, достигая отм. 150. Поэтому на р. Скородайке была построена плотина с отм. гребня 147. На плотине построили паводковый водосброс с отм. 145,5. Плотина образовала водохранилище с площадью зеркала воды 15,2 *га* и объемом около 300 000 $м^3$. Работа была так организована, что осветленная вода с полей отвалов через водосливы возвращалась обратно в плашкоутные канавы для питания насосов.

По расчету (при потерях на фильтрацию и испарение около 30%) 300 000 $м^3$ воды первичного накопления обеспечивали 18 циклов с общим объемом приблизительно 1 000 000 $м^3$, что давало возможность размыть и протранспортировать в отвал до 100 000 $м^3$ грунта. При средней суточной производительности двух землесосных снарядов в 1 200 $м^3$ плашкоуты могли питаться указанным объемом воды около 80 дней. За это время р. Скородайка должна была пополнить бассейн при устойчивом меженнем расходе 0,05 $м^3/сек$ на 345 000 $м^3$. Таким образом даже при отсутствии дождей первоначально подпертый объем воды с избытком восстанавливался.

Расчеты эти подтвердились: хотя лето было сухое, но воды хватало. В основном в плашкоутные канавы поступала осветленная вода с отстойных прудков и лишь небольшое количество добавлялось из водохранилища.

Паводковый водослив и сифон. Как уже указывалось, водосборная площадь р. Скородайки—около 24 $км^2$. Поэтому при выпадении дождей водохранилище не только восстанавливалось, но и имело значительные излишки воды. Для сброса их был устроен на плотине паводковый водосброс, рассчитанный на пропуск при поднятых щитах 14,8 $м^3/сек$ и при опущенных щитах — около 8,0 $м^3/сек$. На той же плотине был смонтирован сифон на отм. 146,5. Назначение сифона — подавать воду в рабочий водоем. Разность отметок верхнего и нижнего горизонтов максимальная $145{,}5 - 143{,}5 = 2$ *м*, минимальная $142{,}5 - 141{,}5 = 1$ *м*.

Учитывая, что для плашкоутов потребуется расход воды около 0,2 $м^3/сек$, был смонтирован один сифон из труб $d = 350$ *мм*. Зарядка сифона производилась вакуумнасосом „Эльмо".

Перед пуском плашкоутов р. Скородайка между стенками обвалования была перекрыта дамбочкой для подпора воды в рабочем водоеме до отм. 143,50. В дамбочке был сделан паводковый водоспуск.

При открытии шандоров паводкового водосброса на плотине водохранилища рабочий водоем заполнился водой и плашкоуты, построенные на клетках на трассе рабочего водоема, всплыли и были разведены по плашкоутным канавам один на север, другой на юг. После этого плашкоутные канавы были перекрыты поперечными дамбочками, а плашкоуты после откачки воды из канав стали в рабочее положение.

В дамбах обвалования с обеих сторон р. Скородайки были сделаны на отм. 146,50 водосливы для спуска осветленной воды из отстойных прудов.

Рабочий водоем имел до 20 000 $м^3$ воды, т. е. запас примерно на 30 час. чистой работы установки. Осветленная вода с полей отвалов через водосливы поступала обратно в рабочий водоем.

Примерно через месяц после начала работы рабочий водоем на половину уменьшился, так как по западной стороне его была намыта дамба. Дамба намывалась подачей пульпы непосредственно в рабочий водоем из пульповодов, которые были проложены по оси дамбы. Выпуск пульпы производился из отверстий $d = 75$ *мм*, сделанных в нижней стенке пульповода через каждые 2 *м*. Когда гребень намываемой дамбы начал вырисовываться над зеркалом рабочего водоема, под отверстия пульповода в целях уширения зоны намыва были подведены лотки.

Плашкоуты. Плашкоуты были построены плоскодонными размерами 11,4 × 7,4 × 1,7 *м*. На каждом плашкоуте были установлены: землесос МВС $Q = 500$ *м*³/*час*, $H = 15$ *м* с электромотором 140 *квт*, 380 *в*, 580 об/мин[1], трехступенчатый насос Сумского завода $Q = 540$ *м*³/*час*, $H = 150$ *м* с электромотором 370 *квт*, 6 000 *в*, 1 450 об/мин, трансформатор 180 *квт·ч*, два ящика ЯЖ-14, насос $d = 50$ *мм* с мотором для заливки высоконапорного насоса и два гидромонитора „Хэнди".

Таблица 12

№ п п	Показатели	Измер.	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Всего	По проекту
1	Размыто всего грунта	*м*³	5 600	54 712	60 629	65 346	23 884	16 941	23 944	3 091	254 147	240 000
2	В том числе профильной выемки	„	5 600	31 168	45 577	62 402	26 050	8 076	17 780	3 095	199 748	
3	Число рабочих дней установки	дн.	11	30	31	31	30	31	28	31	223	80
4	Среднесуточная производительность установки	*м*³	510	1 820	1 960	2 100	800	545	850	100	1 140	3 000
5	Число установленных землесосов 800 *м*³/*час*	шт.	1	2	2	3	3	3	3	1	2,3	3
6	Землесосочасов чистой работы	час.	78	634	1 150	1 331	1 244	1 038	917	333	6 725	4 000
7	Производительность землесоса 800 *м*³/*час*											
	а) в сутки	*м*³	510	910	1 000	950	266	190	330	100	514	1 000
	б) в час чистой работы	„	72	86	58	49	19	16	26	9	44	60
8	Расход электроэнергии на 1 *м*³ грунта	*квт-ч*	6,2	5,3	7,9	9,7	13,7	13,1	11,6	39,3	8,5	5,3
9	Производительность рабочего в смену[2]	*м*³	41	16	55	58	20	22	29	7	31	40
10	Стоимость выемки 1 *м*³ грунта[3]	руб.	1—63	2—05	2—12	2—33	3—14	3—68	4—09	15—38	2—37	1—89
11	Коэфициент использования рабочего времени	%	28	44	77	78	58	49	53	45	57	70
12	Расход воды на 1 *м*³ грунта	*м*³	—	—	—	—	—	—	—	—	12	6

[1] По данным района.
[2] Среднее по всем установкам Центрального района.

Опыт показал, что землесосы МВС при 580 об/мин работают спокойнее и с много меньшим износом деталей. Нередко были случаи, когда они работали безостановочно в течение 3 суток. Последнее не наблюдалось на землесосах того же типа при 730 об/мин.

В процессе эксплоатации отказались от плашкоутных канав и перешли на работу по схеме установки № 20. Ввиду отклонения от проекта на дне котлована остался большой объем грунта в теле перемычек и много десятков куб. метров воды.

Недобор грунта после осушения канала был частично разработан вручную с отвозкой грабарками, подвозка грунта грабарками к зумпфу — в дневную смену, ночью же грунт размывался гидромониторами и транспортировался землесосами на поля отвалов. Были попытки разрабатывать грунт экскаваторами и смывать гидромониторами; но это значительно повысило стоимость разработки 1 *м*³, почему пришлось вывести плашкоуты из работы на недоборах.

Высокое давление у насадок гидромониторов давало возможность разрабатывать забой на расстоянии 25 *м* от зумпфа, почему гидромониторы не опускались с плашкоута. Плашкоут перемещался ближе к забою примерно через 25 *м*. Но ввиду отсутствия плашкоутных канав за плашкоутами тянулся и водоем. Передвижки плашкоута к новому забою в первые дни работы производились в течение 24 час., а в дальнейшем это время сократилось до 3 час.

Плашкоут обслуживали в одну смену: машинист землесоса — 1, машинист насоса — 1, электромонтер — 1, слесарь-водопроводчик — 1, слесарь

[1] Вследствие пониженного против нормального числа оборотов производительность землесоса была около 500 *м*³ пульпы в час.

дежурный — 1, гидромониторщики — 2, зумпфовщики — 2, плотник — 1, подсобные рабочие — 3. Всего 13 человек.

Административно-технический персонал состоял из начальника плашкоута и его помощника. Помимо этого на два плашкоута имелась постоянная сквозная бригада из: 1 электросварщика в дневную смену, 3 слесарей-ремонтников в смену, 1 кузнеца в смену, 1 молотобойца, итого $5^1/_2$ человек в смену, а также административно-технического персонала в составе электротехника и ст. механика.

Показатели работы. Установки состояли из 2 плашкоутов и одной стационарной, из которых 2 установки работали на пятом участке и одна — на втором.

Как видно из табл. 12 (установка № 23) сезон работы по сравнению с намеченным в проекте сильно затянулся. Понижение показателей объясняется в основном трудными условиями работы (мелкие забои и тяжелые грунты).

Простои по этой установке достигали в среднем 43,0% от общего времени и распределялись следующим образом:

механические — 7,7%, электротехнические — 2,1%, водопроводные — 6,7%, пульповодные — 3,1%, передвижка установки — 8,3%, передвижка гидромониторов — 0,2%, отсутствие тока — 2,3%, откачка воды — 0,6%, прочие — 12,0%.

е) Работа установок № 22 и 30

Установка № 22 (землесосные 221, 222, 223 и 223а) работала на шестом участке Центрального района в 1936 г. Работа ее характеризуется следующими показателями (табл. 13):

Таблица 13

№ п.п	Показатели	Измер.	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Всего	По проекту
1	Размыто грунта	$м^3$	8 194	54 707	41 571	67 851	27 983	41 469	14 659	256 434	423 000
2	Число рабочих дней установки	дн.	6	30	22	23	28	29	20	165	141
3	Среднесуточная производительность установки	$м^3$	370	1 820	1 880	2 420	1 000	1 430	709	1 550	3 000
4	Количество землесосов 800 $м^3$/час	шт.	2	2	3	4	3	3	2	2,8	4
5	Число землесосочасов чистой работы	час.	140	798	766	1 499	1 498	1 247	757	6 705	9 400
6	Производительность землесоса 800 $м^3$/час:										
	а) в сутки	$м^3$	685	910	630	605	338	477	354	555	750
	б) в час чистой работы	„	59	160	55	45	19	33	19	39	75
7	Коэфициент использования рабочего времени	%	49	56	48	76	76	60	53	61	70
8	Расход воды на 1 $м^3$ грунта	$м^3$	13	10	13	11	32	21	49	16	6
9	„ электроэнергии на 1 $м^3$ грунта	квт-ч	7,5	6,4	9,8	11,6	23	20	21	13,4	8,7
10	Производительность рабочего в смену	$м^3$	10	16	31,8	25	17,5	19,2	12	20,6	43
11	Стоимость выемки 1 $м^3$ грунта [1]	руб. и коп.	1—63	2—05	2—12	2—33	3—14	3—68	4—09	2—37 [1]	2—32

[1] В среднем по всем установкам района.

Лучше всего установка работала в июне до вступления в работу плашкоута. Ухудшение работы в сентябре вызывалось тем, что из трех землесосов один — № 222 — работал на подчистке канала, второй — № 223 — открывал забой на новой позиции и лишь третий — № 221 — работал в забое. В октябре из двух землесосов № 223 один открывал забой, а второй работал на подчистке.

В ноябре оба землесоса работали на подчистке. Этим всецело объясняются исключительно высокие расходы воды и электроэнергии, повы-

шающие в целом и средние расходы установки за весь период работы. Простои установки за весь период работы составляли 39,0% от общего времени и слагались из следующих отдельных видов: механические — 11,7%, электротехнические — 4,2%, водопроводные — 4,2%, пульповодные — 1,7%, передвижка гидромониторов — 1,2%, отсутствие тока — 2,8%, откачка воды — 0,2%, прочие — 13,0%.

Установка № 30 работала тоже в Центральном районе. Показатели ее работы приводятся в табл. 14.

Таблица 14

№ п/п	Показатели	Измер.	Апрель	Май	Июнь	Всего
1	Размыто грунта	$м^3$	120	7 295	3 155	10 570
2	Число рабочих дней установки	дн.	—	24	6	30
3	Среднесуточная производительность установки	$м^3$	—	304	526	352
4	Число землесосов 800 $м^3/час$	шт.	1	1	1	1
5	„ землесосочасов чистой работы	час.	2	252	90	344
6	Поонзводительность землесоса 800 $м^3/час$:					
	а) в сутки	$м^3$	—	304	526	352
	б) в час чистой работы	„	60	29	35	30
7	Расход воды на 1 $м^3$ грунта		9	19	15	17
8	„ электроэнергии на 1 $м^3$ грунта	квт-ч	—	6,2	5,3	6,0
9	Производительность рабочего в смену[1]	$м^3$	—	23,2	19,6	22,3
10	Стоимость выемки 1 $м^3$ грунта	руб. и коп.	—	1—63	2—05	1—74
11	Коэфициент использования рабочего времени	%	—	44	62	49

[1] Средняя по всему району.

Простои установки за весь период работы составляли 51,0% от общего времени и распределялись по отдельным видам следующим образом: механические — 19,4, электротехнические — 18,0%, водопроводные — 10,3%, пульповодные — 1,4%, прочие — 1,9%.

6. РАЗРАБОТКА ВЫЕМКИ В КАРАМЫШЕВСКОМ РАЙОНЕ

а) Разработка грунтов на деривационном канале шлюза № 9

Вторым[1] объектом применения гидромеханизации на канале Москва — Волга была выемка уширенной части горловины деривационного канала в Карамышевском районе. Это был один из немногих оставшихся на канале участков, где по условиям рельефа возможно было смыть значительный объем грунта — около 80 000 $м^3$ с транспортированием его самотеком.

По геологическому строению входная часть канала между отм. 142 и 130 состояла из мелкозернистых и среднезернистых слюдистых песков с незначительным процентом гравия; ниже пески переходили в супесь. На отм. 126—124 и ниже залегали черные глины, весьма плотные, трудно поддающиеся размыву.

Участок первой очереди, намеченный для размыва, с самотечным гидротранспортом, имел форму неправильного прямоугольника размерами 80×200 *м*. Высота забоя доходила до 12 *м*. Насосная станция была установлена у входной части канала на левом берегу Москва-реки, от которой к насосной была проведена водоподводящая канава сечением $4{,}0 \times 1{,}2$ м.

В насосной станции было запроектировано установить 6 высоконапорных агрегатов, в том числе 2 резервных, и 3 низконапорных, из которых один резервный. Фактически было установлено и действовало за весь рабочий период: 3 насоса завода „Красногвардеец“ $Q = 360$ $м^3/час$, $H = 80$ *м*, с электромоторами 150 *квт*, 3 000 *в*, 1 450 об/мин. Напорный трубопровод состоял из сварных труб различного диаметра, изготовленных из листового железа толщиной 3 *мм*. Трубопровод диаметром 500 *мм* имел длину 200 *м*; диаметром 400 *мм* — 400 *м* и диаметром 300 *мм* — 400 *м*. К водопроводу при

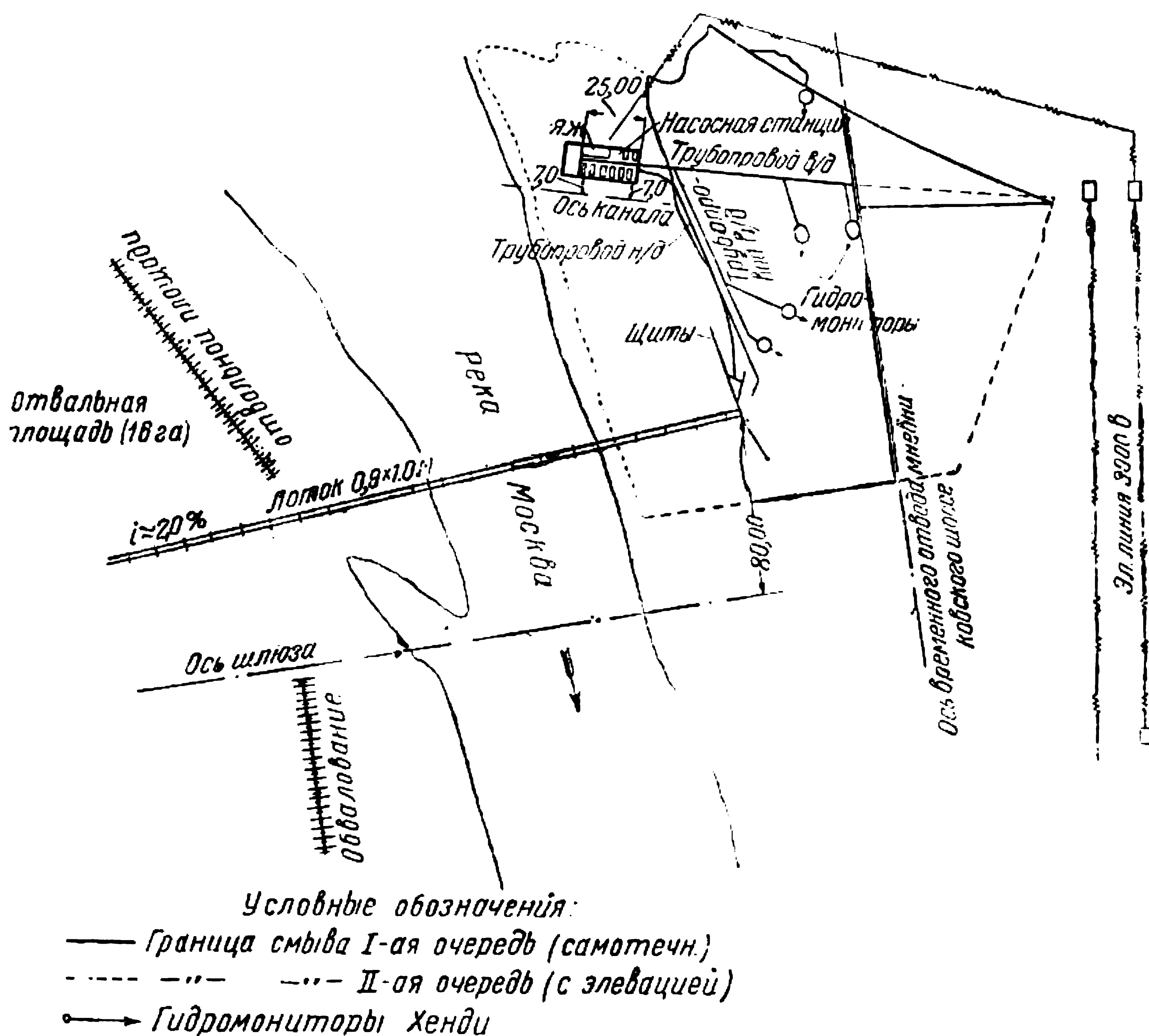
[1] Первый, как уже отмечалось, был на Пестовском бугре.

помощи резиновых рукавов присоединялись гидромониторы типа „Хэнди". Всего было установлено 10 гидромониторов.

Стекавший при уклонах 3—4% размытый грунт направлялся деревянными творилами в лоток сечением 0,9 × 1,0 *м*, уложенный на деревянной эстакаде высотой 11 *м* через Москва-реку. Длина лотка — 225 *м*, уклон 2%. Отметка головки лотка у творила — 132, у хвостовых звеньев лотка — 127,8.

Для укладки грунта на правом берегу Москва-реки была выделена площадь в 16 *га* с отводом осветленной воды в реку.

Строительно-монтажные работы по установке были закончены только 17 октября 1934 г. (фиг. 12).



Фиг. 12. Схема разработки гидромеханизацией выемки канала в 1934 г. (Карамышевский район).

Первые дни работы установки, давшие большой производственный эффект, показали в то же время, что в проекте установки имеется ряд технических ошибок. Подача воды в забой производилась двумя низконапорными насосами с расходом около 400 *л/сек*. На размыве песчаного грунта, оползавшего мощными потоками в лоток, работало два гидромонитора. Высота стенки забоя доходила до 12 *м*. Консистенция пульпы не превышала 1:4. Лоток при уклоне 2% работал нормально, пропуская пульпу безостановочно. За 21 час чистой работы было смыто и протранспортировано самотеком на правый берег Москва-реки свыше 6000 $м^3$ грунта.

Так как хвостовые звенья лотков возвышались над поверхностью отвальной площади примерно только на 1 *м* и грунт немедленно конусом оседал по выпускным концам лотка, то уже после суточной работы конец лотка окончательно заваливался и дальнейшая подача грунта прекращалась.

Пришлось в исключительно форсированном порядке произвести переделку эстакады, уменьшив уклон лотка до 1,5%, подняв эстакаду на всем ее протяжении, чем и была обеспечена отвальная площадь для 80 000 $м^3$ грунта.

В табл. 15 даны производственные показатели установки.

Таблица 15

№ п/п	Показатели	Измер.	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Всего
1	Размыто и транспортировано грунта	$м^3$	23 122	47 219	8 071	78 412
2	Число рабочих дней установки	дн.	13	26	5	44
3	Среднесуточная производительность установки	$м^3$	1 770	1 815	1 600	1 780
4	Затрачено рабочей силы	чел.-дн.	1 039	2 698	412	4 149
5	Производительность одного рабочего в смену	$м^3$/*сутки*	23	17,5	17,5	18,9
6	Число часов чистой работы	час.	70	372	60	502
7	Производительность за час чистой работы	$м^3$	330	127	133	156
8	Консистенция пульпы	—	—	—	—	1 : 3
9	Расход электроэнергии на 1 $м^3$ грунта	*квт-ч*	—	—	—	4,5
10	Стоимость работы 1 $м^3$ грунта	руб. и коп.	—	—	—	1—10

20 ноября 1935 г. и в декабре работы производились при температуре 16—18° ниже нуля. 5 декабря работа была прекращена вследствие выработки высоких забоев и невозможности продолжать работу на забоях малой высоты из-за промерзания верхнего покрова грунта. Кроме того водопроводы, заранее не утепленные, замерзали и требовали частого оттаивания.

За весь период установка работала с большими простоями из-за недостатка воды. Насосы завода „Красногвардеец“ оказались крайне низкого качества, давали пониженный расход и не развивали расчетного давления. Канава, подающая воду к насосной, постоянно обрушивалась и заливалась, вызывая срыв работы насосов и их аварии.

Вынужденное уменьшение уклона лотков привело к частым засорениям их и необходимости очистки их вручную. Кроме того рабочий персонал был недостаточно квалифицирован. Техперсоналу также пришлось еще учиться и осваивать новый метод в процессе самой работы.

Несмотря на указанные недостатки, этот опыт применения гидромеханизации на строительстве канала Москва—Волга оказался вполне удачным как по исключительной дешевизне работы (1 р. 10 к. за 1 $м^3$), так и по производительности на одного рабочего (18,6 $м^3$/*смену*).

Продолжить работы на деривационном канале к шлюзу № 9 оказалось возможным только в августе 1935 г., так как до этого здесь для развития гидромеханизации недоставало электроэнергии, используемой полностью на постройке Карамышевской плотины и на Татаровском гравийном карьере.

Все грунты, которые можно было транспортировать самотеком, были здесь размыты еще в 1934 г., поэтому для выемки нижних слоев пришлось прибегнуть к элевации грунта, для чего были применены гидроэлеваторы.

Гидроэлеватор был установлен на правом берегу в зумпфе, плотно огражденном дощатым шпунтом. Гидроэлеватор позволил транспортировать пульпу через Москва-реку самотеком по лотку длиной в 250 *м*, сечением $0{,}6 \times 1{,}0$ *м* с уклоном 2%. Приемник гидроэлеватора был смонтирован на отм. 121,0, несколько выше горизонта воды в реке. Высота подъема гидроэлеватора достигала 14 *м*. Высота забоя колебалась от 4 до 6 *м* и выше.

Насосная станция была построена на правом берегу Москва-реки на свайном основании в 35 *м* от зумпфа гидроэлеватора и имела размер в плане 6×9 *м*. В насосной были установлены два насоса завода им. Фрунзе $Q = 540$ $м^3$/*час*, $H = 150$ *м* с электромоторами по 300 *квт* и насос того же завода $Q = 540$ $м^3$/*час*, $H = 100$ *м*, с электромотором

240 *квт*. Строительно-монтажные работы были начаты 4 августа 1935 г. и закончены 13 августа, т. е. весь монтаж был проведен в 10 дней.

В первые дни работы размывались и транспортировались супеси, а в дальнейшем — исключительно юрские глины с значительным процентом мелких пальцеобразных известняков и ракушек. На размыве глин работал только один гидромонитор, к которому поступала вода от насоса с напором 10 *ат*; напорная вода двух насосов (15 *ат*) $Q = 300$ *л/сек* поступала в гидроэлеватор. Поэтому для повышения производительности гидромонитора был введен экскаватор ППГ, работавший на вымет в кучи, смывавшиеся гидромонитором.

Гидроэлеватор и лоток работали бесперебойно до 1 сентября. Суточная производительность за это время колебалась примерно от 900 до 1 200 $м^3$. С поступлением же на канал землесоса $Q = 800$ $м^3$ с электромотором 220 *квт* установка была перемонтирована, к этому времени часть массива, из которого грунт транспортировался самотеком, была полностью разработана.

Землесос был установлен на левом берегу в головной части лотка. Пульповод $d = 300$ *мм* был выведен от землесосной с левого берега на правый берег по эстакаде лотка и введен в лоток гидроэлеватора. С этого момента землесосная установка стала работать с двумя гидромониторами на высоконапорной воде (15 *ат*), освободившейся от гидроэлеватора.

Производительность гидромониторов при насадках 75 и 50 *мм* с расходом воды 230—240 *л/сек* за этот период колебалась в пределах от 1 500 до 1 800 $м^3$ в смену, причем производительность увеличивалась с увеличением высоты забоя. Работа с „подколкой" высокого забоя давала значительно больший эффект, нежели работа при забое малой высоты.

Юрские глины в виде пульпы транспортировались от забоя до зумпфа на протяжении 130—150 *м* вполне успешно без осаждения и только известняки и ракушки иногда отлагались в лотке.

Всего на деривационном канале к шлюзу № 9 в 1935 г. было разработано способом гидромеханизации 62 052 $м^3$, в августе — 25 900 $м^3$, в сентябре — 31 067 $м^3$ и в октябре — 4 995 $м^3$. Стоимость работы составляла 2 р. 72 к. за 1 $м^3$.

б) Разработка грунтов в котловане Карамышевской бетонной плотины и на срезке берега нижнего бьефа

Первоначальным проектом были предусмотрены выемка грунта и откачка воды из котлована правого устоя Карамышевской плотины с объемом работ в 30 000 $м^3$ и срезка берега нижнего бьефа плотины объемом 100 000 $м^3$, всего 130 000 $м^3$. Выемку грунта намечалось произвести гидроэлеватором (размыв грунта — гидромонитором).

С 27 апреля по 15 мая 1935 г. здесь были проведены следующие работы:

1) построена насосная станция высокого давления размером 6×9 *м* на свайном основании на правом берегу Москва-реки в 120 *м* от зумпфа гидроэлеватора, установленного в котловане правого устоя плотины. Смонтированы 3 насосных агрегата высокого давления, 2 насоса завода им. Фрунзе высокого давления $Q = 540$ $м^3/час$, $H = 150$ *м* с электромоторами по 300 *квт* и 1 насос завода им. Фрунзе высокого давления $Q = 540$ $м^3/час$, $H = 100$ *м* с электромотором в 240 *квт*;

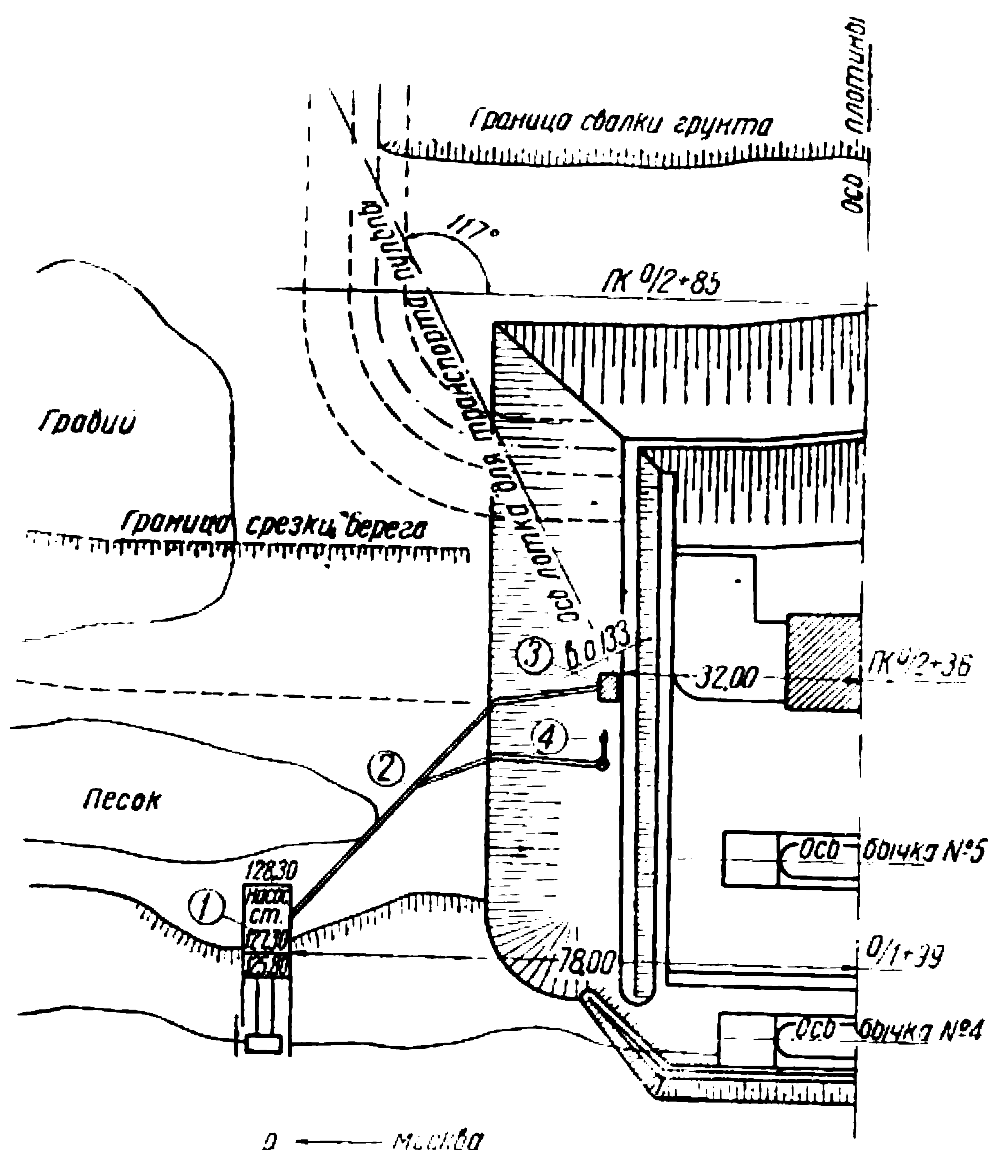
2) построена эстакада и проложен лоток сечением $0{,}6 \times 1$ *м* при уклоне $i = 0{,}02$, длиной $l = 176$ м;

3) установлен чугунный, отлитый на сибирских заводах гидроэлеватор „Хэнди" № 1 на отметке котлована 117,0 с высотой подъема до отм. 133 (голова лотка);

4) проложены трубопроводы диаметром 350 *мм*, длиной 120 *м* и диаметром 300 *мм*, длиной 100 *м* (фиг. 13).

Пусковой период этой первой на строительстве канала гидроэлеваторной установки затянулся до 25 мая 1935 г. и дал большой опыт по освоению работы гидроэлеваторов. Попытки использовать не соответствующие своей мощности электромоторы по 300 *квт* для насосов $Q = 540$ *м³/час* повели к бесконечным, многосуточным, безрезультатным пускам; в конечном итоге электромоторы были сожжены и заменены электромоторами соответствующей мощности.

После установки новых электромоторов гидроэлеватор однако не работал. Причина крылась в несоответствии диаметра горловины гидроэлеватора диаметру насадки $d = 75$ *мм*. Вместо гидроэлеватора № 1 на стройплощадку был доставлен гидроэлеватор № 2 „Хэнди", но размеры последнего не соответствовали количеству напорной воды, выделенной для гидроэлеватора. Только после того, как и этот гидроэлеватор был заменен железным, изготовленным в механических мастерских Строительства еще в 1934 г. для опытных зимних работ, гидроэлеватор на Карамышевской плотине стал действовать, и с 25 мая 1935 г. начались работы по выемке котлована.



Фиг. 13. Схема разработки котлована под Карамышевскую плотину и срезки правого берега Москва-реки гидроэлеватором:

1 — насосная станция с оборудованием: а) 2 насоса каждый с $Q = 540$ *м³/час*, $H = 150$ *м*; б) 1 насос $Q = 540$ *м³ час*, $H = 100$ *м*; в) 2 электромотора каждый мощностью 300 *квт*, 3 000 *в*, $n = 1\,450$ об/мин; г) 1 электромотор 240 *квт*, 3000 *в*, $n = 1\,450$ об/мин; *2* — водопровод $d = 350$ *мм*, $l = 120$ *м*; $d = 300$ *мм*, $l = 100$ *м*; *3* — зумпф гидроэлеватора; *4* — гидромонитор.

Работы продолжались весь июнь. Гидроэлеватором было протранспортировано около 15 000 *м³* разработанного гидромонитором грунта (супесь со значительным процентом гравия). Но с появлением юрских глин работы в котловане были прекращены и установка переброшена на срезку берега в нижнем бьефе плотины.

В целом опыт применения гидроэлеватора у Карамышевской плотины в условиях узкого, сжатого фронта работ, жестких сроков выемки котлована, когда каждый день простоя имел огромное значение для строительства плотины, — был неудачен.

Монтаж установки по срезке берега в нижнем бьефе плотины, потребовавший укладки около 1000 *пог. м* металлических труб, установки гидроэлеватора с высотой подъема $H = 12$ *м* и прочих работ, был проведен в исключительно короткий срок — 4 дня. Насосная станция имела агрегаты, освободившиеся после работ в котловане плотины.

В течение июля 1935 г. здесь была смыта полоса правого берега на протяжении 200 *м* без передвижки гидроэлеватора. Всасывающая труба гидроэлеватора была опущена в зумпф на 1,5 *м* ниже проектного дна и создавала необходимый уклон для подтекания пульпы. В итоге на Кара-

мышевской плотине в 1935 г. (фиг. 14) было разработано способом гидромеханизации 56 358 $м^3$ грунта, из них: в июне — 15 328 $м^3$, в июле — 37 530 $м^3$ и в августе — 3 500 $м^3$. Стоимость работ составляла 2 р. 77 к. за 1 $м^3$.



Фиг. 14. Работа гидроэлеватора в Карамышевском районе.

в) Работы на срезке правого берега Москва-реки

(Установка № 10б)

Срезка правого берега Москва-реки перед входом в деривационный канал к шлюзу № 9 была произведена для обеспечения здесь нормального радиуса судового хода. Участок берега реки, подлежащий разработке способом гидромеханизации, имел длину 1 620 *м* и ширину 110 *м*. Глубина выемки была различная — от 1,5 до 5 *м*, в среднем около 3,0 *м*. Рельеф местности ровный, с пологим подъемом от реки в сторону берега.

Грунт состоял из крупно- и мелкозернистого песков и супесей, в отдельных случаях встречалось 10—15% тяжелой глины. Небольшие участки были покрыты мощным растительным слоем.

Общий объем земляных работ по срезке правого берега предварительно определился в 817 000 $м^3$. Срезка по заданию производилась до отм. 119,0. Выемка грунта ввиду ограниченного срока и сравнительно небольшой ширины рабочего участка была осуществлена при помощи ряда стационарных установок. Вдоль берега реки, непосредственно над откосом, на свайном основании было смонтировано пять стационарных установок № 104, 105, 106, 107 и 108. Оборудование на установках было размещено следующим образом.

Установка № 104 была оборудована двумя землесосами МВС $Q = 800$ $м^3/час$, $H = 30$ *м* с электромоторами 300 *квт*, 6 000 *в*, 730 об/мин. Насосная станция этой установки, состоящая из насоса завода „Борец" $Q = 1\,700$ $м^3/час$, $H = 84$ *м* с электромотором 650 *квт*, 6 000 *в*, 1 450 об/мин, была построена отдельно, недалеко от землесосной.

Установка № 105 была оборудована двумя землесосами МВС $Q = 400$ $м^3/час$, $H = 30$ *м* с электромоторами 300 *квт*, 6 000 *в*, 730 об/мин и насосом завода „Борец" $Q = 1\,700$ $м^3/час$, $H = 84$ *м* с электромотором 680 *квт*, 6 000 *в*, 1 450 об/мин. Установка № 106 по оборудованию отличалась от установки № 105 только тем, что один из ее землесосов был завода им. Калинина, а другой МВС. Характеристика обоих землесосов была $Q = 800$ $м^3/час$, $H = 30$ *м*.

Установка № 107 имела один землесос МВС $Q = 800$ $м^3/час$, $H = 30$ *м* с электромотором 300 *квт*, 6 000 *в*, 730 об/мин и насос „Борец" $Q = 1\,700$ $м^3/час$, $H = 84$ *м* с электромотором 680 *квт*, 6 000 *в*, 1 450 об/мин и кроме того второй землесос МВС был смонтирован отдельно и обслуживался водой от того же насоса завода „Борец".

Установка № 108 была оборудована одним землесосом Мелитопольского завода $Q = 400$ *м³/час*, $H = 30$ *м* с электромотором 110 *квт*, 380 *в*, 730 об/мин и имела отдельную насосную, оборудованную двумя насосами Сумского завода $Q = 660$ *м³/час*, $H = 43$ *м* с электромоторами 140 *квт*, 380 *в*, 1 450 об/мин, из которых один был рабочий, а второй — резервный.

Все насосы забирали воду непосредственно из реки и по трубам $d = 350$ *мм* подавали ее к гидромониторам. Каждая установка имела два гидромонитора „Хэнди", из которых один был рабочий, а второй резервный. Размыв грунта велся встречным забоем; сток пульпы к зумпфу производился по естественному руслу и только в отдельных случаях пробовали пульпу транспортировать к зумпфу по лоткам, но ввиду наличия крупнозернистых песков лотки быстро заносились песком и выходили из строя.

Транспорт пульпы от каждой установки производился в отвалы по самостоятельному пульповоду, уложенному из звеньевых деревянных труб $d = 450$ *мм*. Наибольшая длина пульповода была около 1 000 *м*. Пульповоды отдельных установок (104 и 105) располагались на поверхности рабочих забоев и в этих случаях приходилось постепенно вымывать грунт из-под эстакад пульповодов, заменяя прежние эстакады новыми с более высокими стойками.

Отвалы были расположены на том же правом берегу реки, причем в южной части отвалов в силу топографических условий было сделано обвалование и насыпаны дамбочки для защиты от пульпы складов промытого гравия.

В северной части обвалованием служила противопаводковая дамба. Равномерное размещение пульпы на полях отвалов регулировалось при помощи удлинения или укорочения пульповодов. Для отвода осветленной воды с места укладки обратно в Москва-реку были прорыты две отводящие канавы. Установка № 106 на срезке правого берега Москва-реки начала работу в июле и закончила ее в середине ноября 1936 г. Всего было вынуто 803 829 *м³* грунта.

Эта установка вследствие удачных естественных условий — средние по трудности грунты, средние высоты забоя, близость отвалов, а главное возможность полного использования опыта других установок — дали лучшие показатели на строительстве. Средняя годовая и средняя месячная производительность землесосов на установке достигала 1 060 и 1 265 *м³/сек*. Здесь были достигнуты отдельные рекордные суточные выработки, так например на землесос $Q = 800$ *м³* — 3 570 *м³*, а на землесос $Q = 400$ *м³* — 3 084 *м³*.

Динамика показателей установки № 106 по месяцам видна из табл. 16

Таблица 16

№ п/п	Показатели	Измер.	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Всего
1	Размыто грунта	м³	108 356	259 643	269 207	135 961	30 662	803 829
2	Число рабочих дней установки	дн.	28	31	30	30	19	138
3	Среднесуточная производительность установки	м³	3 900	8 360	9 000	4 500	1 615	5 820
4	Установлено землесосов:							
	а 400 м³/час	шт.	—	1	1	1	—	1
	б) 800 „ „	„	6	7	7	7	5	7
5	Рабочих землесосов, приведенных к 800 м³/час	„	3,5	6,5	7,5	6,5	2	5,5
6	Землесосодней работы	дн.	96	205	225	195	36	757
7	Землесосочасов чистой работы	час.	933	2 108	3 756	3 198	598	10 593
8	Производительность землесосов 800 м³/час:							
	в сутки	м³	1 125	1 265	1 200	697	850	1 060
	в час чистой работы	„	116	123	72	43	43	76
9	Коэфициент использования рабочего времени	%	40	43	70	67	82	60,8
10	Производительность рабочего в смену	м³	70	48,6	34,6	25,7	17,0	37
11	Расход электроэнергии на 1 м³ грунта	квт-ч	8,5	6,0	8,9	8,1	18,8	8,1
12	Стоимость выемки 1 м³ грунта	руб. и коп.	3—26	2—10	1—79	1—66	2—60	2—07

Простои установки составляли лишь 39,2% от общего времени, из которых приходилось на: механические — 20,8%, электротехнические — 1,8%, водопроводные — 5,2%, пульповодные — 1,8%, передвижка установки — 3,7%, перестановка гидромониторов — 0,7%, отсутствие тока — 1,2%, прочие — 4,0%.

7. РАЗРАБОТКА ВЫЕМКИ НА ХОРОШЕВСКОМ СПРЯМЛЕНИИ

Гидромеханизация по выемке грунта из канала на Хорошевском спрямлении была применена частично в конце 1935 г., а в основном — в 1936 г.

Хорошевская излучина длиной около 6,5 *км* изобилует отмелями и поворотами с радиусами, сильно затрудняющими судоходство. Последнее обстоятельство, а также желательность сокращения судового хода в излучине послужили причиной прорытия Хорошевского спрямления длиной в 1,7 *км*.

Северный участок спрямления, заросший крупным сосновым лесом и застроенный дачами от пк 0/0 до пк 0/8, был отведен для работ, производимых способом гидромеханизации, а остальная часть разрабатывалась экскаваторами с железнодорожным и автомобильным транспортом грунта.

Геологические и топографические условия работ в целом здесь были вполне удовлетворительные и особых трудностей в отношении применения гидромеханизации не вызывали.

Водоснабжение установки обеспечивалось водой Москва-реки, непосредственно протекающей около сооружения. Некоторое ограничение было в электроснабжении, лимитировавшем общий объем работ, выполняемых способом гидромеханизации.

Грунт в основном (около 90%) — крупнозернистый песок, с большим содержанием гравия и гальки.

Общий объем работ на отведенном для способа гидромеханизации участке определился примерно в 800 000 $м^3$. Отметка дна канала для первой очереди была намечена 122,5 *м*, отметка же дневной поверхности разрабатываемого участка была 132,0—133,0. Таким образом наибольшая высота забоя достигала 10,5 *м*.

Организация производства работ по выемке грунта была проведена в следующей последовательности. Летом в 1935 г. производились корчевка леса и завоз оборудования. Часть пней была удалена взрывным способом, а некоторая их часть была оставлена. Оставленные пни очень мешали нормальной работе и служили причиной частых простоев установок из-за засорения всасывающих труб землесосов кусками древесины.

В 1935 г. по выемке грунта здесь было выполнено способом гидромеханизации — 123 584 $м^3$ и в 1936 г. — 673 230 $м^3$.

Грунт транспортировался от обоих сооружений в отвалы на правый берег Москва-реки в наиболее пониженные, заболоченные места. Работа производилась впервые примененными в СССР многоземлесосными плашкоутными установками (3, 4 и 6 землесосов).

С октября 1935 г. по февраль 1936 г. включительно работала стационарная установка, состоящая из четырех землесосов Мелитопольского завода $Q = 400$ $м^3/час$, $H = 30$ *м* с электромоторами 140 *квт*, 3 000 *в*, 730 об/мин и из пяти насосов, из них 4 Сумского завода $Q = 660$ $м^3/час$, $H = 43$ *м*, с электромотором 140 *квт*, 3 000 *в*, 1 450 об/мин и один Сумского завода $Q = 540$ $м^3/час$, $H = 100$ *м* с электромотором 300 *квт*, 3 000 *в*, 1 450 об/мин.

Все землесосы были смонтированы на берегу Москва-реки и работали параллельно в общий пульповод из звеньевых труб $d = 450$ *мм*, длиной около 100 *м*, который пересекал реку по эстакаде: пульпа транспортировалась в отвал на правый берег реки.

Насосная станция была расположена также на берегу реки рядом с землесосной. Магистральный напорный водопровод от четырех насо-

сов $Q = 660$ *м³/час*, смонтированный из металлических фланцевых труб $d = 300$ *мм*, был уложен вдоль реки, а от насоса $Q = 540$ *м³/час* шел отдельный водопровод. От магистрального напорного водопровода разводящими трубами $d = 250$ *мм* вода подводилась к четырем гидромониторам, из которых большей частью работало два.

Размыв забоя начался с черной отметки 124,0 и производился снизу вверх системой подбоя. Ввиду близости гидромониторов от стенки забоя и значительной высоты последнего производительность гидромониторов была вначале весьма велика и так как в это время работа землесосной еще не была налажена, то последняя не в состоянии была принять всю пульпу и значительная ее часть была спущена самотеком в несудоходную часть излучины реки.

Основные неполадки при параллельной работе землесосной состояли здесь в следующем: из-за трудности обеспечения постоянной консистенции пульпы последняя получалась то слишком густой, занося всасывающие трубы землесосов, то черезчур жидкой; имело место частое засорение забоя древесиной и булыгой, препятствовавшей нормальному подтеканию пульпы к зумпфу и еще в большей степени вызывавшей засорение всасывающих труб; отсутствие обратных клапанов на напорной линии явилось препятствием для параллельной работы землесосов и наконец отсутствие квалифицированных кадров не обеспечивало быстрого освоения землесосов в новой их комбинации.

Между тем план по выемке грунта надо было выполнять, уделить же необходимое время для устранения всех недостатков и для полного освоения механизмов не представлялось возможным. В связи с этим пришлось отказаться от налаживания параллельной работы землесосов и ввести в землесосную установку ряд существенных изменений. В прежней землесосной был оставлен в работе один землесос Мелитопольского завода.

Немного севернее этой землесосной была построена вторая землесосная, в которой был установлен землесос МВС $Q = 800$ *м³/час*, $H = 30$ *м*, с электромотором 300 *квт*, 3 000 *в*, 730 об/мин. Пульповод от этой землесосной был присоединен к пульповоду первой землесосной.

Южнее первой землесосной была построена третья землесосная с тремя землесосами МВС $Q = 800$ *м³/час*, $H = 30$ *м* с электромоторами 300 *квт*, 3 000 *в*, 730 об/мин, из которых два работали параллельно, а третий являлся резервным.

Пульповод от третьей землесосной был уложен отдельно на эстакаде через реку на правый берег. В таком виде установка работала вполне удовлетворительно, причем в зависимости от условий работ первая и вторая землесосная работали попеременно, а не одновременно. В зимний период для разработки северного участка входной части канала был дополнительно смонтирован на санях один землесос Мелитопольского завода.

Эта четвертая землесосная имела самостоятельный пульповод, переброшенный на правый берег реки.

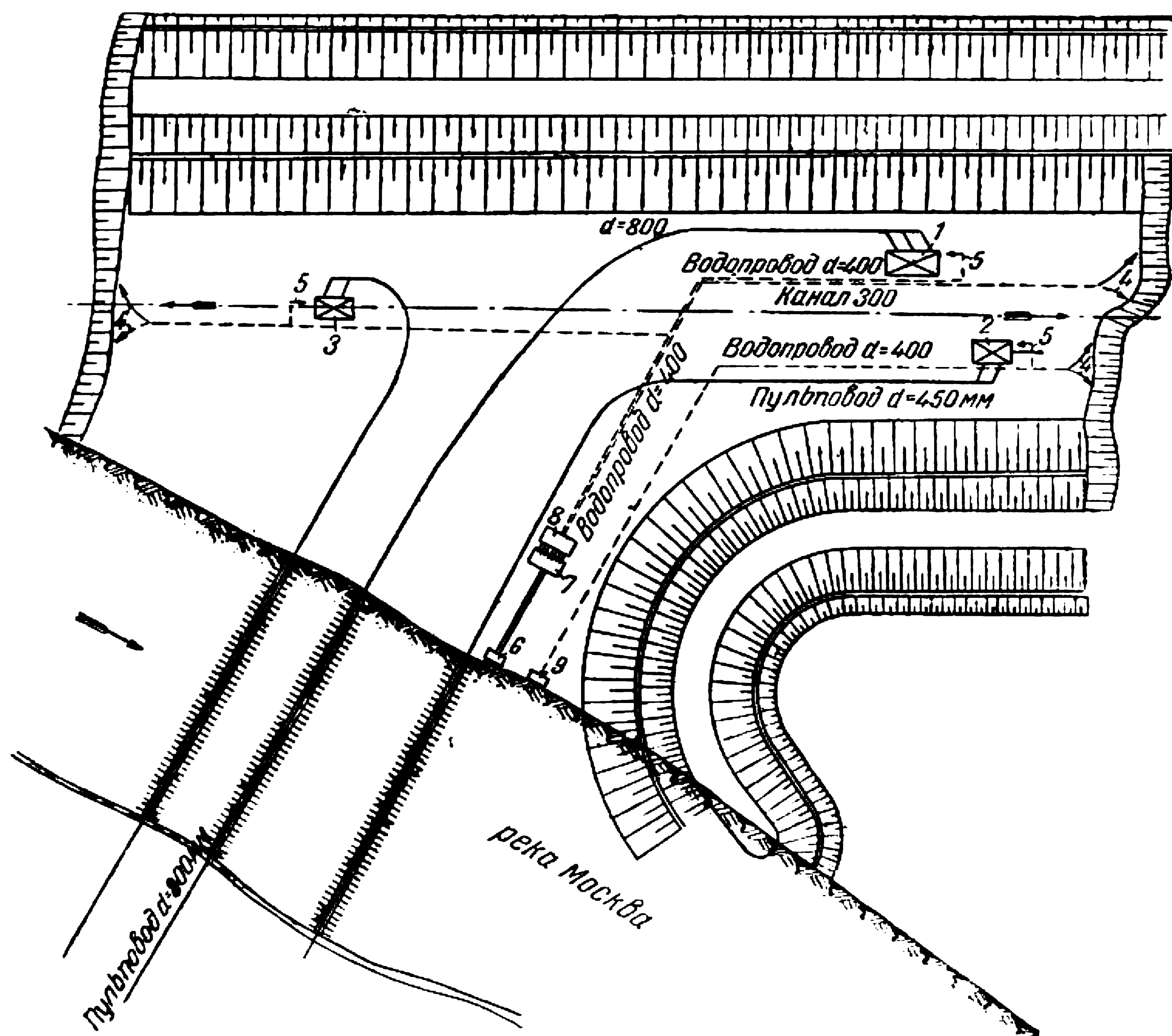
За все время работы — 143 рабочих дня — стационарной установкой было выполнено 191 166 *м³* при средней суточной производительности 1 335 *м³*. Расход энергии за этот период был 9,6 *квт-ч* на 1 *м³* грунта и стоимость работ составила около 2 руб. за 1 *м³*.

Основное назначение стационарной установки заключалось в приготовлении котлована для будущих плашкоутов и открытии для них фронта работ. Задача эта была выполнена в феврале, а в марте было приступлено к постройке мощных плашкоутов основной установки.

По проекту намечалось построить два шестиземлесосных плашкоута и два семинасосных плашкоута. Кроме того на берегу Москва-реки намечалось построить стационарную насосную низкого давления, назначение которой — подавать воду в котлован насосных плашкоутов.

Землесосные плашкоуты, расположенные параллельно один другому и оси канала, должны были разрабатывать грунт, продвигаясь вперед с севера на юг, а насосные плашкоуты должны были продвигаться вслед за ними.

В действительности еще в процессе постройки и монтажа первого мощного землесосного плашкоута выявился ряд технических трудностей в их осуществлении и возник вопрос о целесообразности реализации всего проекта в целом. В связи с этим были внесены изменения как



Фиг. 15. Исполнительная схема организации работ по выемке канала в Карамышевском районе на Хорошевском спрямлении:

1 — плашкоут 101 с оборудованием: а) 6 землесосов МВС каждый с $Q = 800$ *м³/час*, $H = 30$ *м*; б) 6 моторов каждый мощностью 300 *квт*, 600 *в*, 730 об/мин; в) гидровашгерд; г) пусковая аппаратура; 2 — плашкоут 102 с оборудованием: а) 2 землесоса МВС каждый с $Q = 800$ *м³/час*, $H = 30$ *м*; б) 2 мотора каждый мощностью 300 *квт*, 6 000 *в*, 730 об/мин; в) гидроэлеватор; г) гидровашгерд; д) пусковая аппаратура; 3 — плашкоут 103 с оборудованием: а) 2 землесоса МВС каждый с $Q = 800$ *м³/час*, $H = 30$ *м*; б) 2 мотора каждый мощностью 300 *квт*, 6 000 *в*, 730 об/мин; в) гидровашгерд; г) пусковая аппаратура; 4 — гидромониторы „Хэнди"; 5 — гидромониторы Гидроторфа; 6 — насосная низкого давления с оборудованием: а) 2 насоса завода им. Калинина каждый с $Q = 1\,720$ *м³/час*, $H = 12$ *м*; б) 2 мотора каждый мощностью 110 *квт*, 380 *в*, 730 об/мин; в) пусковая аппаратура; 7 — приемный колодец; 8 — насосная высокого давления с оборудованием: а) 3 насоса Сумского завода каждый с $Q = 540$ *м³/час*, $H = 100$ *м*; б) 3 мотора каждый мощностью 300 *квт*, 3 000 *в*, 1 450 об/мин; в) 4 насоса Сумского завода каждый с $Q = 660$ *м³/час*, $H = 43$ *м*; г) 4 мотора каждый мощностью 140 *квт*, 3 000 *в*, 1 450 об/мин; д) пусковая аппаратура; 9 — насосная высокого давления с оборудованием: а) 1 насос завода „Борец" $Q = 1\,700$ *м³/час*, $H = 84$ *м*; б) 1 мотор мощностью 680 *квт*, 6 000 *в*, 1 450 об/мин; в) пусковая аппаратура.

в монтажную схему работ, так и в организацию производства работ. В конечном результате организация производства работ была осуществлена по следующей схеме (фиг. 15).

На берегу Москва-реки была смонтирована стационарная насосная станция низкого давления, в которой были установлены:

а) насосы завода им. Калинина $Q = 1\,720$ *м³/час*, $H = 12$ *м*, $n = 730$ об/мин — 2 шт.;

б) электромоторы к ним — 110 *квт*, 380 *в*, $n = 730$ об/мин — 2 шт.

Эта насосная, забирая воду непосредственно из реки, по двум металлическим трубопроводам $d=450$ *мм* подавала воду в приемный бассейн насосной высокого давления. Последняя, хотя и смонтированная на плашкоуте, была расположена как стационарная, на дне рабочего забоя, на расстоянии 60 *м* от насосной низкого давления.

На насосном плашкоуте было установлено следующее оборудование:

а) насосы Сумского завода $Q=540$ *м³/час*, $H=100$ *м*, $n=1\,450$ об/мин — 3 шт.;

б) электромоторы к ним 300 *квт*, 3 000 *в*, $n=1\,450$ об/мин — 3 шт.;

в) насосы Сумского завода $Q=660$ *м³/час*, $H=43$ *м*, $n=1\,450$ об/мин — 4 шт.;

г) электромоторы к ним 140 *квт*, 3 000 *в*, $n=1\,450$ об/мин — 4 шт.

Все насосы с напором 100 *м* работали параллельно в магистраль $d=450$ *мм*, а насосы с напором 43 *м* были присоединены также параллельно к магистрали $d=400$ *мм*.

Вода от плашкоутной насосной подавалась гидромониторам, обслуживающим плашкоуты № 101 и 103. Третья стационарная насосная высокого давления, оборудованная насосом завода „Борец" $Q=1\,700$ *м³/час*, $H=84$ *м* с электромотором 680 *квт*, 6 000 *в*, $n=1450$ об/мин, была смонтирована на берегу Москва-реки несколько южнее насосной низкого давления. Эта насосная забирала воду непосредственно из реки и по металлическому трубопроводу $d=400$ *мм* подавала ее гидромониторам плашкоута № 102.

Землесосных плашкоутов было построено 3. Их размеры:

	№ 101	№ 102 и 103
Высота борта	2,0 *м*	2,0 *м*
Ширина „	7,5 „	7,0 „
Длина „	20,0 „	7,5 „

На палубе плашкоута № 101 были смонтированы:

а) землесосы МВС $Q=800$ *м³/час*, $H=30$ *м*, $n=730$ об/мин — 6 шт.;

б) электромоторы к ним 300 *квт*, 6 000 *в*, $n=730$ об/мин — 6 шт.;

На палубе плашкоутов № 102 и 103:

а) землесосы МВС $Q=800$ *м³/час*, $H=30$ *м*, $n=730$ об/мин — 2 шт.;

б) электромоторы к ним 300 *квт*, 6 000 *в*, $n=730$ об/мин — 2 шт.

Кроме указанного основного оборудования на каждом плашкоуте вдоль боковой его стенки была смонтирована наклонная решетка гидровашгерда с боковым лотком для выброса гравия, а на плашкоуте № 102 был еще установлен гидроэлеватор. Угол наклона решетки гидровашгерда был около 15°. Из большого количества испробованных типов решеток надежнее других показала себя сварная решетка с продольными прутьями $d=16$ *мм*, установленными через 50 *мм* друг от друга (фиг. 16).

Осадка плашкоутов колебалась от 0,9 до 1,5 *м*. Так как оборудование на плашкоутах было размещено недостаточно равномерно и соответствующей балластировки сделано не было, то крен и диферент достигали больших размеров, что и служило причиной частых с ними аварий при передвижке.

Каждый землесосный плашкоут обслуживался двумя гидромониторами „Хэнди" и одним—системы Гидроторфа. Первые устанавливались на дне забоя и ими производился размыв грунта, а гидромонитор Гидроторфа монтировался на свайном основании перед входной частью гидровашгерда и предназначался для проталкивания гравия вверх по решетке гидровашгерда в боковой, выбросной лоток. Насадки для гидромонитора Гидроторфа применялись диаметром 40—60 *мм*.

Всасывающие трубы землесосов на всех плашкоутах не выбрасывались наружу за пределы плашкоута, как обычно, а были опущены в трюм плашкоута. Зумпф был образован устройством герметичной обшивки по трюмной ферме плашкоута. До дна зумпфа всасывающие трубы землесосов не доходили на 200—250 *мм* (фиг. 16).

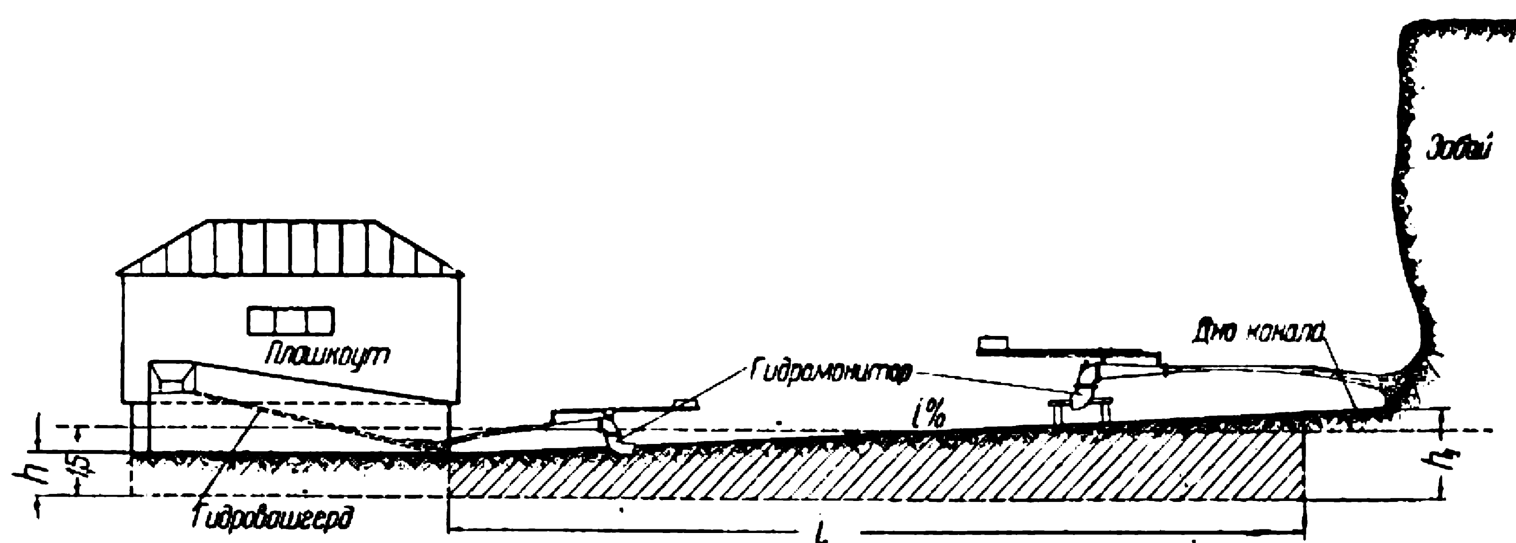
Пульпа из забоя подтекала к решетке гидровашгерда, где мелкие фракции проваливались вместе с водой через решетку и через окна в борту плашкоута попадали в трюмный зумпф. Крупные фракции, а также всякая древесина силой струи гидромонитора Гидроторфа проталкивались вверх по решетке и выбрасывались в специальный боковой люк наружу, откуда периодически убирались тачками за пределы рабочего забоя.

Фиг. 16. Схема установки землесоса с зумпфом в трюме плашкоута.

На плашкоуте № 102 первичный зумпф был в забое, как обычно, откуда пульпа забиралась гидроэлеватором и подавалась сверху на решетку гидровашгерда. Далее работа протекала в описанном выше порядке.

Для обеспечения нормальной работы землесосов, как показала практика, необходимо, чтобы всасывающие трубы всегда были погружены в пульпу не меньше чем на 1 *м*, так как в противном случае часто образуется воронка, доходящая до входной кромки всасывающей трубы, через которую в землесос попадает воздух и тем нарушается нормальная его работа.

Для обеспечения указанного условия приходилось пол гидровашгерда поднимать не менее чем на 0,8—0,9 *м* над дном плашкоута, а горизонт потока пульпы, входящей на гидровашгерд, практически держать на 1,2—1,3 *м* выше дна плашкоута.



Фиг. 17. Схема разработки забоя (Карамышевский район).

На фиг. 17 видно, что для получения проектной отметки дна канала дно плашкоута должно находиться ниже дна канала не менее чем на 1,5 *м*. При такой отметке дна плашкоута, естественно, получаются недоборы в конце забоя и переборы в начале, причем, очевидно, следует так

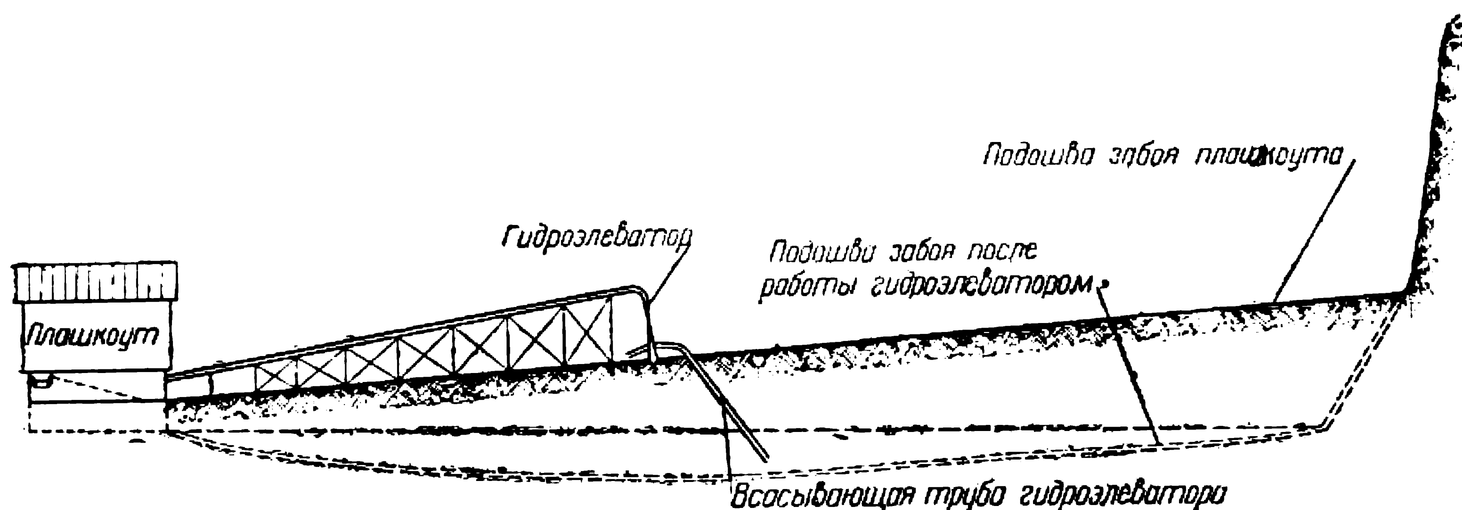
подобрать отметку дна плашкоута и длину забоя, чтобы недоборы и переборы балансировались.

На Хорошевском спрямлении были испробованы пять различных способов посадки землесосных плашкоутов на требуемую отметку:

1. Для ввода шестиземлесосного плашкоута в эксплоатацию сделали заглубление не менее чем на 5 *м*. Для этой цели предварительно было намечено выбросить вперед всасывающие трубы двух землесосов и ступенями в две передвижки опуститься на требуемую отметку. Однако первые же попытки дали отрицательные результаты, так как из-за большого количества гальки и крупной булыги углубление всасывающих труб землесосов практически оказалось невозможным.

2. Перед плашкоутом в расстоянии 30—35 *м* устанавливали гидроэлеватор с шарнирной всасывающей трубой. Пульпа выбрасывалась непосредственно на бровку котлована.

Опусканием всасывающей трубы гидроэлеватора удавалось заглубиться не более чем на 4 *м*, после чего приходилось опускать весь гидроэлеватор на более низкие отметки. По выемке котлована последний был наполнен водой и плашкоут передвинут на углубленный участок. После откачки воды дно плашкоута оказалось на требуемой отметке.



Фиг. 18. 1-я схема разработки дна забоя перед опусканием плашкоута (Карамышевский район).

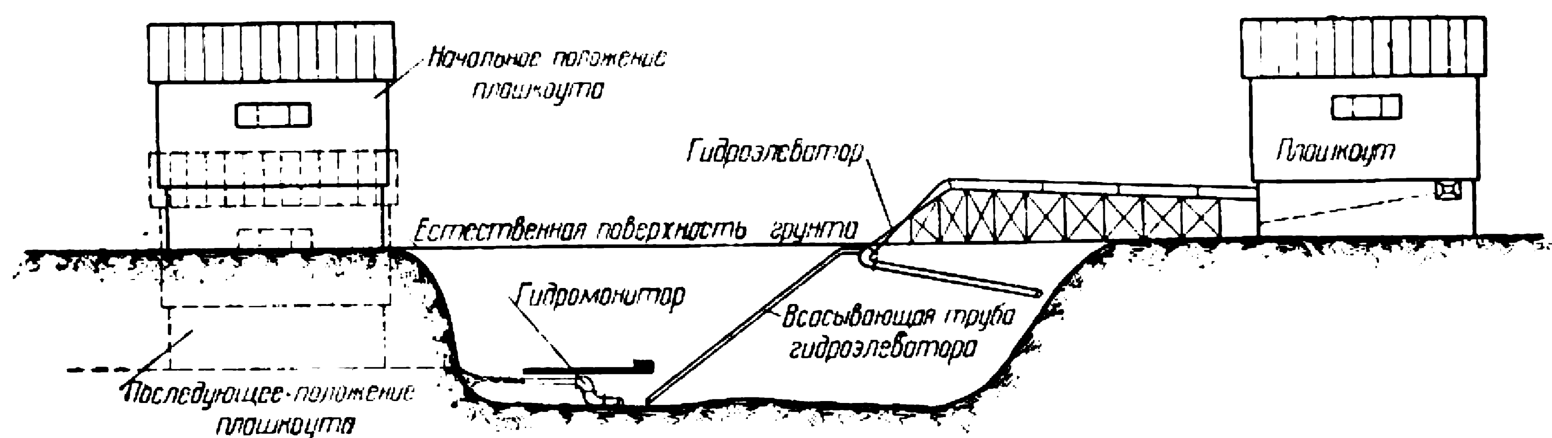
3. Двухземлесосный плашкоут (установка № 102). Углубление его было произведено по схеме, представленной на фиг. 18, которая отличается от изображенной на фиг. 17 и описанного выше способа только тем, что гидроэлеватор выбрасывает пульпу не на бровку котлована, а на решетку гидровашгерда плашкоута. На гидровашгерде гравий и галька сбрасываются в сторону, а вся пульпа с мелкими фракциями проваливается сквозь решетки и поступает в зумпф, откуда перекачивается землесосами на отвалы (фиг. 18).

4. Гидроэлеватором вблизи плашкоута был вынут котлован. Помощью гидромонитора грунт вымывался из-под плашкоута и подтекал к всасывающей трубе гидроэлеватора, благодаря чему плашкоут непрерывно садился. Пульпа от гидроэлеватора по деревянным трубам подавалась к гидровашгерду соседнего плашкоута. Этот способ был применен для двухземлесосного плашкоута (установки № 103 бис), опущенного на 16 *м* (фиг. 19).

5. При опускании другого двухземлесосного плашкоута (установка № 101 бис) был применен этот же способ с той только разницей, что пульпа от гидроэлеватора поступала к гидровашгерду опускаемого плашкоута, а не соседнего. Таким образом плашкоут опускался в рабочем состоянии.

6. Плашкоут (установка № 103) был смонтирован на специальных стапелях, устроенных непосредственно над рекой (фиг. 20). Таким образом дно плашкоута удалось поставить сразу близко к требуемой отметке. Первый забой был разработан со всасывающими трубами, выброшенными

наружу. Плашкоут в первый забой был передвинут на катках. После сухой передвижки плашкоута позади его отсыпали перемычку и следующие передвижки совершали обычным способом на плаву. Дополнительное незначительное заглубление (на 1,5 *м*) было осуществлено по второму способу (фиг. 20).



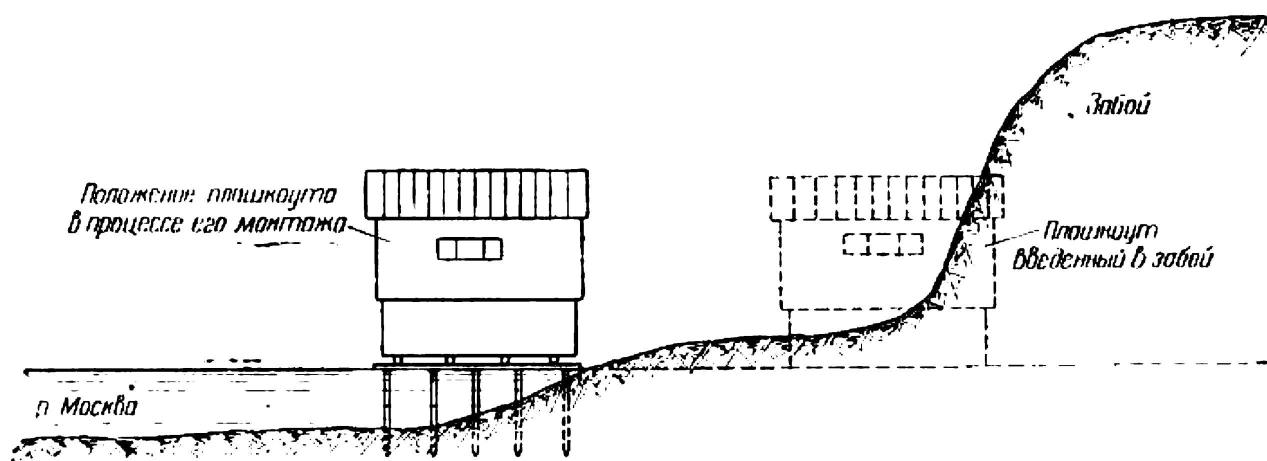
Фиг. 19. 2-я схема разработки дна забоя перед опусканием плашкоута (Карамышевский район)

Каждый из описанных здесь способов посадки плашкоута имеет свои достоинства и недостатки. Самым универсальным оказался второй способ, но он наиболее медленный, и для опускания на большую глубину приходится делать несколько передвижек.

Первый способ удобнее второго, так как не требует работы землесосов, но не всегда возможен. Пульпу выбрасывать непосредственно на бровку можно сравнительно редко.

Третий способ наиболее эффективен и может быть рекомендован, особенно в тех случаях, когда плашкоут должен быть опущен на значительную глубину. Посадка плашкоута этим способом на глубину около 2 *м*, считая после выемки элеватором котлована, занимает 2—3 часа.

Четвертый способ значительно сложнее третьего, хотя принципиально с ним одинаков. Подмывать работающий плашкоут приходится очень медленно и аккуратно, так как даже незначительные перекосы могут нарушить центровку механизмов и вызвать поломку соединений труб. Кроме того этот способ требует многократных перестановок напорного пульповода гидроэлеватора.



Фиг. 20. Схема введения плашкоута в забой (Карамышевский район).

Пятый способ очень прост в исполнении и безусловно должен быть применен во всех случаях, когда это позволяет топография места.

Выемка траншеи для передвижки плашкоута производилась следующим образом. Гидроэлеватор всасывал грунт, размываемый монитором, и выбрасывал его на гидровашгерд плашкоута, откуда пульпа, очищенная от крупных фракций, попадала в зумпф. Иногда работа по выемке траншеи сильно тормозилась вследствие наличия большого количества крупной булыги. Камни засасывались гидроэлеватором и застревали в его горло-

вине. Попытки устройства различного типа предохранительных решеток дали совершенно отрицательные результаты. Даже решетки с отверстием 200 *мм* очень быстро забивались камнями. Гидроэлеватор был подобран таким образом, чтобы количество пульпы, выбрасываемой им, соответствовало производительности двух землесосов, установленных на плашкоуте.

В условиях разработки траншеи такой гидроэлеватор давал производительность в среднем 800 $м^3$ грунта в сутки. Опыт показал, что время, затраченное на передвижку плашкоута, является потерянным временем, поэтому должны быть приняты меры для сведения этих потерь к минимуму. На Хорошевском спрямлении в этом отношении проводились следующие мероприятия:

1) подготовка к передвижке начиналась немедленно после начала работы плашкоута в новом забое;

2) пульпо별воды и водопроводы укладывались так, чтобы была обеспечена возможность наращивать их по мере продвижения забоя и этим сократить потери времени до минимума;

3) пята гидроэлеватора устанавливалась как можно ниже для уменьшения высоты всасывания;

4) место установки гидроэлеватора и глубина заглубления его выбирались с таким расчетом, чтобы имелся достаточный уклон для подтекания пульпы из любой точки траншеи;

5) перед наполнением котлована водой проверялась и восстанавливалась водопроницаемость корпуса плашкоута;

6) после всплытия плашкоута, до начала передвижки с помощью балластировки, уничтожались крен и диферент;

7) место, предназначенное для стоянки плашкоута, было сделано по возможности горизонтально и не имело каких-либо остатков свай, крупной булыги и т. п., так как уклон $>5°$ уже препятствовал нормальной работе агрегата, а твердые выступающие предметы могли повредить дно плашкоута.

После того как плашкоут был отбуксирован в нужное место и расчален на этом месте веревками, приступали к откачке котлована. Перед откачкой промерами еще раз проверялась горизонтальность участка, на который должен сесть плашкоут. Откачка обычно осуществлялась землесосами плашкоута, для чего один из всасов выбрасывался из трюма за борт или в борту вырубалась доска, и этим давался доступ воде к всасывающей трубе. После откачки воды обычно в течение 4—5 час. плашкоут подготовлялся к приему пульпы. Открывались окна, соединяющие зумпф с гидровашгердом, затем устраивался раструб (фиг. 21).

Назначение раструба — собрать и направить пульпу к гидровашгерду. Вначале подошва забоя была ниже, чем вход в гидровашгерд, поэтому пульпа в раструб не поступала; нормальное же поступление ее начиналось после того, как плашкоут на 1—1,2 *м* был замыт грунтом и следовательно подошва забоя была поднята до уровня входа в гидровашгерд.

Землесосные плашкоуты описанного типа разрабатывали в среднем около 2 500 $м^3$ грунта в сутки, что составляет 1 300 $м^3$ на землесос. Рекордная производительность достигала 7 000 $м^3$ грунта в сутки или 3 500 $м^3$ на землесос. Причины такого значительного разрыва между рекордной и средней выработкой кроются главным образом в „детских болезнях" освоения.

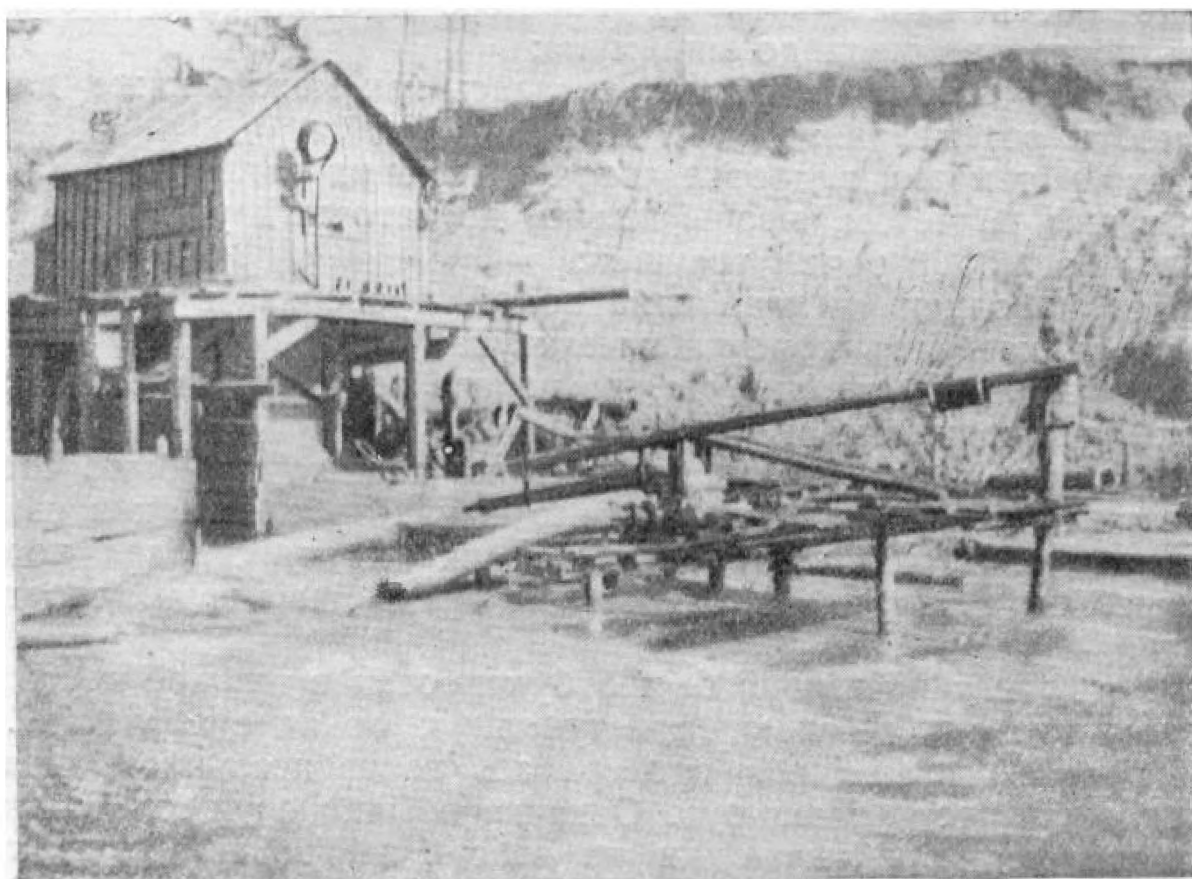
К дефектам плашкоутов с зумпфом в трюме, построенных и работавших на Хорошевском канале, следует отнести: а) сложность подготовки к передвижке (необходимость работы гидроэлеватором), б) высокий центр тяжести всей установки, в) низкое качество корпусов (течи).

Их преимущество — это абсолютно надежная защита землесосов от засорения и этим самым — полное устранение основных простоев по этой причине.

Для обеспечения быстроты передвижек подача как высоковольтной, так и низковольтной энергии на землесосные плашкоуты осуществлялась помощью гибких кабелей. С целью ускорения текущего ремонта землесосов над ними со стороны передней крышки были укреплены солидные балки, к которым в нужный момент подвешивалась таль.

В процессе эксплоатации шестиземлесосного плашкоута выявился ряд технических трудностей в части обеспечения бесперебойности его работы. В основном трудности эти сводились к следующему.

1. Практически не удавалось обеспечить равномерное поступление к каждому из землесосов пульпы одинаковой консистенции. Обычно первые землесосы работали на более насыщенной пульпе, а последующие — на более жидкой, в связи с чем резко изменялась характеристика тех и других землесосов, что сопровождалось сбрасыванием[1] одного или нескольких землесосов.



Фиг. 21. Вид плашкоута с зумпфом в трюме (Хорошевское спрямление).

2. Частые вынужденные остановки землесосов из-за смены рабочих колес, рубашек вала, уплотнительных колец и т. д. приводили к тому, что почти непрерывно два, а иногда и три землесоса не работали.

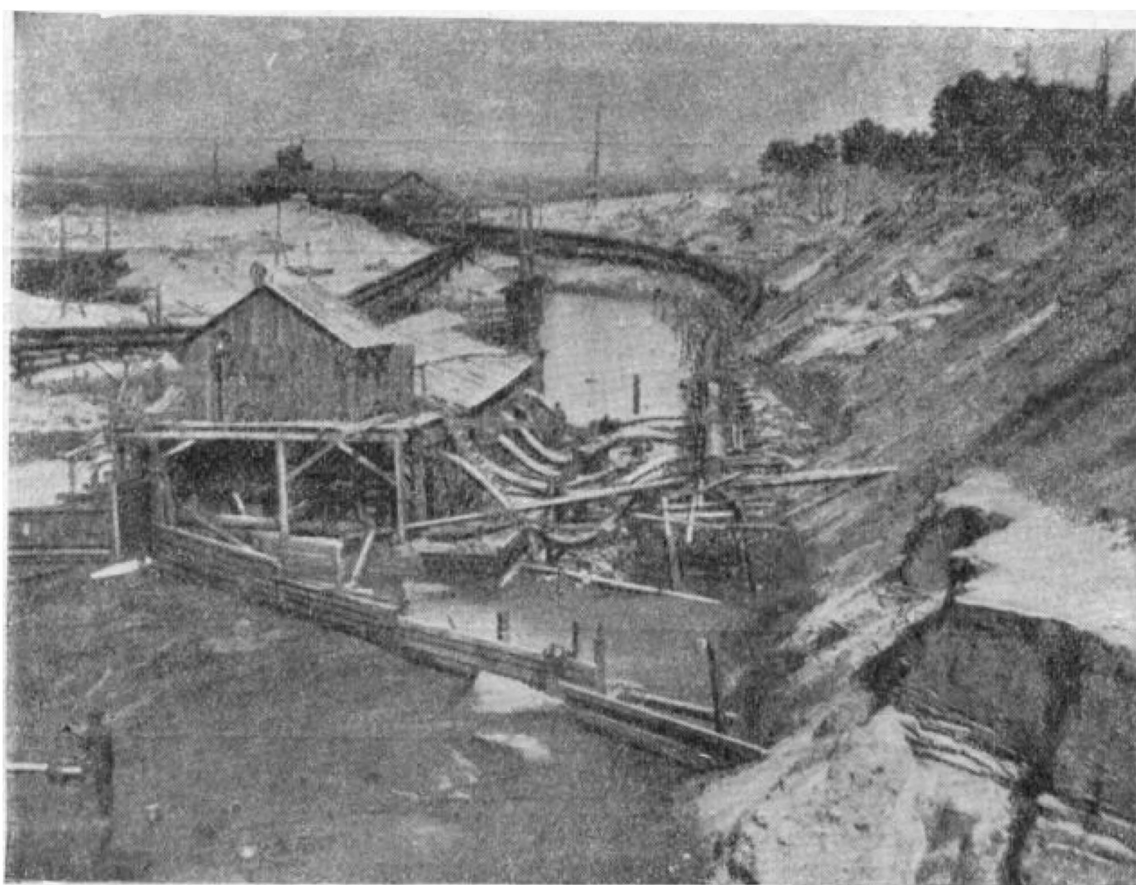
3. Различный износ всасывающей горловины, лопаток рабочих колес, уплотнительных колец безусловно влиял на характеристику работающих землесосов, увеличивая тем самым неустойчивость параллельной их работы.

4. Новизна дела и недостаточная квалификация обслуживающего персонала способствовали частым остановкам отдельных землесосов, пуск которых вновь в параллельную работу удавался не сразу и часто сопровождался „сбрасыванием" [1] работающего землесоса.

Полностью устранить все эти недостатки в условиях напряженной производственной работы на строительстве канала Москва — Волга не удалось. После первых же дней работы этого мощного агрегата пришлось отказаться от параллельной работы всех шести землесосов. Фактически в продолжение почти всего строительного периода здесь работало одновременно лишь 2—3 землесоса. Рабочие пульповоды от плашкоутов

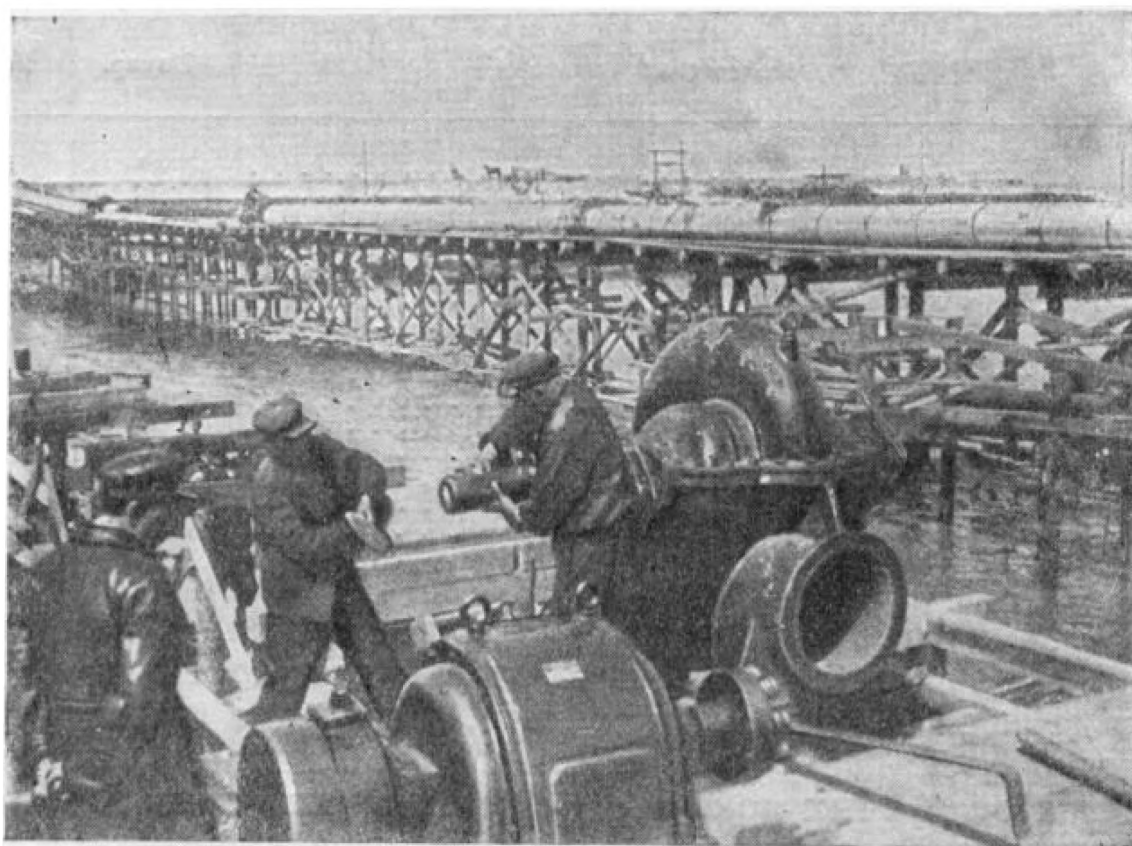
[1] Под „сбрасыванием" землесоса понимается его внезапная остановка.

до места присоединения к магистрали были собраны из звеньевых деревянных труб d=450 *мм*. Наибольшая длина пульповода доходила до 1 100 *м*, а геометрическая разность высот — до 12 *м* (фиг. 23).



Фиг. 22. Шестиземлесосный плашкоут (Хорошевское спрямление).

Для поддержания в пульповоде требуемых скоростей движения жидкости от напорной водопроводной линии в магистраль подводилась компенсационная вода, которую подавали в пульповод в случае остановки



Фиг. 23. Сборка пульповода через Москва-реку (на переднем плане монтаж насоса завода им. Калинина).

одного из плашкоутов. Ею также пользовались при необходимости промывки пульповода.

Установкой № 10а на Хорошевском спрямлении было разработано

796 814 $м^3$ грунта, в том числе: в 1935 г. — 123 584 $м^3$ и в 1936 г. — 673 230 $м^3$.

В 1935 г. работа началась в октябре и продолжалась, несмотря на морозы, до декабря включительно. Показатели работы установки № 10а в 1935 г. даны в табл. 17.

Таблица 17

№ п/п	Показатели	Измер.	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Всего
1	Размыто грунта	$м^3$	42 079	46 250	35 255	123 584
2	Число рабочих дней установки	дн.	30	26	31	87
3	Среднесуточная производительность установки	$м^3$	1 400	1 780	1 140	1 420
4	Производительность рабочего в смену	„	34	59	15	28
5	Расход электроэнергии на 1 $м^3$ грунта	квт-ч		Средний		9,3
6	Стоимость выемки 1 $м^3$ грунта	руб. и коп.	—	—	—	1—64

Таблица 18

№ п/п	Показатели	Измер.	По проекту	Фактически в 1936 г.
1	Размыто грунта	$м^3$	800 000	673 230
2	Число рабочих дней установки	дн.	100	279
3	Среднесуточная производительность установки	$м^3$	8 000	2 400
4	Установлено землесосов	шт.	12	8
5	Рабочих землесосов	„	6	4,2
6	Производительность землесоса в сутки	$м^3$	1 330	576
7	То же в час чистой работы	„	66,5	65,0
8	Производительность рабочего в смену	„	29,3	31,8
9	Расход электроэнергии на 1 $м^3$	квт-ч	7,5	8,7
10	Стоимость выемки 1 $м^3$ грунта	руб. и коп.	3—08	2—31
11	Коэфициент использования рабочего времени	%	42	43,7

№ п/п	Показатели	Измер.	Январь	Февраль
1	Размыто грунта	$м^3$	57 053	10 529
2	Число рабочих дней установки	дн.	28	28
3	Среднесуточная производительность установки	$м^3$	2 040	376
4	Установлено землесосов.			
	а) 800 $м^3$/час	шт.	2	2
	б) 400 „	„	4	4
5	Рабочих землесосов, приведенных к 800 $м^3$/час	„	4,5	2
6	Число землесосодней	дн.	128	56
7	„ землесосочасов чистой работы	час.	1 754	244
8	Производительность землесоса 800 $м^3$/час			
	а) в сутки	$м^3$	445	188
	б) в час чистой работы	„	76	43
9	Производительность рабочего в смену	„	19,0	5,6
10	Расход электроэнергии на 1 $м^3$	квт-ч	9,0	15,8
11	Стоимость выемки 1 $м^3$ грунта	руб. и коп.	2—44	4—79
12	Коэфициент использования рабочего времени	%	24	18

В 1936 г. в январе и феврале работы продолжались на стационарных установках, а с мая были пущены в работу плашкоуты, которые проработали до декабря 1936 г. включительно. Сравнение проектных и фактических показателей работы установки № 10а за 1936 г. дано в табл. 18.

Динамика отдельных показателей по месяцам видна из табл. 19.

Стоимость работ, как видно из табл. 19, в среднем составляла 2 р. 31 к., но колебалась по месяцам от 1 р. 66 к. до 12 р. 33 к. за 1 $м^3$. Распределение расходов по отдельным статьям дано в табл. 20.

Приведенная стоимость работ не вполне точно освещает работу установки на самом Хорошевском спрямлении, так как учет стоимости производился совместно с установкой по срезке правого берега Москва-реки (см. выше табл. 18). В действительности стоимость работы на

самом Хорошевском спрямлении была несколько выше 2 р. 31 к., а на срезке — соответственно ниже.

Простои к общему времени составляли на Хорошевском спрямлении — 56,3% и слагались из следующих составляющих: механические — 16,4%, электротехнические — 1,5%, водопроводные — 7,0%, пульповодные — 10,2%, передвижка установки — 4,8%, перестановка гидромониторов — 1,1%, отсутствие тока — 0,6%, прочие — 14,7%.

Таблица 20

№ п/п	Статьи расхода	%
1	Стоимость рабочей силы	12,4
2	Эксплоатационный материал	7,7
3	Электроэнергия	43,2
4	Текущий ремонт	1,2
5	Амортизация	29,1
6	Прочие расходы	6,4
		100%

8. РАЗМЫВ ВЫЕМОК НА ТОРФАХ (Оревский район)

По объему работ, выполненных способом гидромеханизации на строительстве канала Москва — Волга за 2 года, Оревский район занимает первое место.

Здесь была организована первая установка № 1, оказавшаяся лучшей по всем производственным показателям и выполнившая наибольший объем работ.

Впервые на строительстве здесь был освоен в 1935 г. намыв приканальных дамб и работа плашкоутных установок. Всего земляных работ в Оревском районе выполнено способом гидромеханизации 2 180 211 $м^3$, из них: в 1935 г. — 1 297 688 $м^3$ и в 1936 г. 882 523 $м^3$, что составляет около 30% от всех земляных работ, выполненных способом гидромеханизации на строительстве.

В районе работали в 1935 г. 3 установки с четырьмя землесосами и в 1936 г. — 5 установок с семью землесосами.

Таблица 19

Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Всего
—	7 627	22 929	87 882	140 923	111 838	161 139	57 450	15 858	673 230
—	30	21	30	30	30	31	28	23	279
—	254	1 090	2 930	4 697	3 727	5 200	2 040	690	2 400
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	6	6	8	8	8	8	6	4	—
—	2,4	3	6,5	7	6	6	3	2	4,2
—	72	60	195	197	154	186	83	46	1 177
—	800	346	1 429	1 583	1 526	2 097	1 047	648	10 476
—	106	382	450	715	726	866	690	343	576
—	9,5	66	62	89	73	77	55	25	65
—	7,0	37,0	70,0	48,6	34,6	25,7	17,0	7,9	31,8
—	—	17,0	8,5	6 0	8,9	8,1	18,8	21,4	8,7
—	—	5—48	3—26	2—10	1—79	1—66	2—60	12—33	2—31
—	45	38	31	33,5	41	47	52	14	43,7

Отдельными установками выполнены следующие работы:

В 1935 г. — установка № 1 — выемка торфа и мергеля под основания дамб . . . 574 143 $м^3$
установка № 2 — выемка грунта из канала и намыв дамб . . . 672 473 „
установка № 4 — выемка торфа из канала . . . 51 072 „

В 1936 г. — установка № 1 — выемка грунта из канала . . . 136 026 „
установка № 4 — „ „ „ „ . . . 204 915 „
установка № 16 — намыв дамб из карьера . . . 177 718 „
установка № 17 — „ „ „ „ . . . 109 589 „
установка № 20 — выемка грунта из котлована дюкера 83 из канала на пк 46 . . . 15 175 „

Кроме того всеми установками было выполнено (нераспределенной кубатуры) . . . 239 100 „

а) Работа установки № 1

Выемка торфа на строительстве канала Москва — Волга была впервые организована в Оревском районе на Татищевском болоте при помощи установки № 1.

Задача заключалась в выемке торфяного и мергелистого грунта из-под основания приканальных дамб на пк 45/8—47/3 канала, где трасса канала проходила через Татищевское торфяное болото.

Под торфом залегал слоистый мергель, являющийся ненадежным основанием под приканальные дамбы ввиду возможного скольжения пластов и сползания дамб в выемку канала. Поэтому необходимо было удалить этот грунт для возможности последующего возведения песчаных дамб уже на минеральном прочном основании.

Участки трассы с наличием мергеля были расположены: по восточной стороне — от пк 46/2 до пк 50/8 и по западной стороне — от пк 45/8 до пк 47/3. Максимальная глубина залегания торфа и мергеля по первоначальным изысканиям была 9 *м*. Поверхность грунта по оси дамб понижалась с севера на юг к Татищевскому озеру, причем уровень грунта под восточной дамбой располагался выше, чем под западной, так как имелся поперечный уклон местности к р. Яхроме.

Грунт участка состоял: в верхних слоях из тростниково-осокового торфа, в средних слоях из мергелистого бурого торфа и в нижних — из серого мергеля с ракушками.

Эти основные виды грунта располагались по продольному профилю неравномерно, с прослойками, причем мергель чередовался с торфяными отложениями.

Влажность залежи для тростниково-осокового торфа колебалась между 80 и 90%, в среднем 85%, для мергелистого бурого торфа 70—90%, в среднем 80%, и для чистого мергеля 40—80%, в среднем около 75%. Средняя влажность всего грунта около 80%.

Зольность залежи увеличивалась по глубине для торфяных слоев до 10—15% и для мергеля до 80%.

В отношении разложения торф характеризовался как хорошо и довольно хорошо разложившийся (по Вальгрену). Пнистость залежей была незначительная. Пни в небольшом количестве встречались лишь в верхних торфяных слоях.

Источником водоснабжения было Татищевское озеро с запасом воды около 500 000 $м^3$. Первоначально предполагалось пополнять запасы воды в озере из р. Яхромы, однако вследствие значительного притока в озеро подпочвенных вод надобности в этом в 1935 г. не было, и подача воды в озеро из р. Яхромы была осуществлена только в 1936 г. Среднегодовой расход р. Яхромы в этом месте был 5,6 $м^3/сек$, устойчивый меженний — 1,6 $м^3/сек$.

Метод разработки. Характер грунта, намеченного к выемке, и общие условия были вполне благоприятны для осуществления выемки способом гидромеханизации. Новым в данном случае было только применение этого способа для мергелистого грунта.

Сущность примененного способа заключается в размыве залежи с помощью гидромониторов при напоре струи в 10—12 *ат* с последующим всасыванием разжиженной торфяной массы специальным насосом-торфососом, подвешенным на тросах к стреле металлического крана на железнодорожной площадке.

Во время работ кран с торфососом располагается по оси выемки и после размыва и экскавации определенного участка отступает, двигаясь по железнодорожному пути на место новой стоянки. Торфососом пульпа нагнетается по трубопроводу к насосу-растирателю, создающему необходимый напор для транспорта пульпы по пульповоду к месту отвалов. Торфяной насос-растиратель, предназначенный в торфопромышленности

для переработки торфа и облегчения его транспорта по трубам, а также ускорения сушки, в данном случае был заменен простым торфососом.

Водоснабжение осуществлялось насосом низкого давления, размещенным на железнодорожной платформе нормальной колеи, передвигавшейся по переносным рельсам, уложенным вдоль водоподводящей канавы, вырытой сбоку от оси движения торфососного крана. Все механизмы приводились в движение электромоторами.

Объем и организация работ. По предварительным проектным предположениям под восточной и западной дамбой должно было быть вынуто в 1935 г. всего 758 тыс. $м^3$. Из этого количества по проекту верхняя часть грунта на полосе шириной около 60 *м* намечалась к разработке вручную. На долю торфяной выемки оставалось 500 000 $м^3$. В действительности в 1935 г. установкой № 1 было выполнено 574 143 $м^3$, причем после окончания выемки грунта под основания дамб установка была переведена в канал, где и работала в конце 1935 г. и в первой половине 1936 г.

В 1936 г. установкой было выполнено еще 136 026 $м^3$, а всего за 2 сезона работы в Оревском районе 710 169 $м^3$, что намного превышает выработку одного землесоса в других районах [1].

Выемку 500 000 $м^3$ торфа по проекту предполагалось осуществить за период с 20 апреля по 18 ноября, в течение 200 рабочих дней. Средняя суточная производительность при условии работы 24 часа в сутки должна была быть 2 500 $м^3/сутки$.

В действительности рабочий период продолжался с 24 апреля по 10 декабря. Средняя производительность установки за 223 рабочих дня была 2 575 $м^3$, превысив тем самым расчетную.

Описание установки. На берегу Татищевского озера была построена временная насосная, где было установлено 3 насоса $Q=385\ м^3/час$, $H=18\ м$, приводимых в движение тракторами. Насосы через лоток подавали воду в водоподводящую канаву, идущую вдоль рабочей выемки.

Насосная высокого давления состояла из одного насоса Горловского завода $Q=400\ м^3/час$, $H=160\ м$. Вскоре из-за низкого качества этот насос был заменен насосом завода им. Фрунзе производительностью $Q=540\ м^3/час$, $H=150\ м$, расположенным на железнодорожной платформе.

Насосная в каждом своем неподвижном положении обслуживала 2 стоянки торфососного крана или 2 карьера, после чего передвигалась вдоль канавы в новое положение. При такой схеме работ длина рабочего водопровода уменьшалась и соответственно увеличивалось рабочее давление струи.

От насосной по обеим сторонам карьера был уложен магистральный водопровод ($d=250\ мм$). Через каждые 20 *м* были установлены крестовины с задвижками, к которым были присоединены рабочие ответвления $d=200\ мм$, оканчивающиеся резиновыми рукавами $d=100\ мм$ и гидромонитором Гидроторфа, установленным на катках. В каждый момент в работе находились 2—3 гидромонитора. Все потери в водопроводе и в гидромониторе составили около 30—50 *м*, так что в зависимости от удаленности насосной давление струи на выходе было 10—12 *ат*.

Расход воды в среднем за весь 1935 г. был 2,8 $м^3$ на 1 $м^3$ размытого грунта. В сентябре он был в среднем 2,4 $м^3$, а в отдельные дни не превышал 1,5 $м^3$.

Размываемый рабочий карьер имел обычно ширину 50 *м*, а длину — от 60 до 80 *м*. Непрерывность в работе при этом обеспечивалась в течение 5—6 дней, после чего производилась передвижка всей установки на новый карьер (фиг. 24).

---

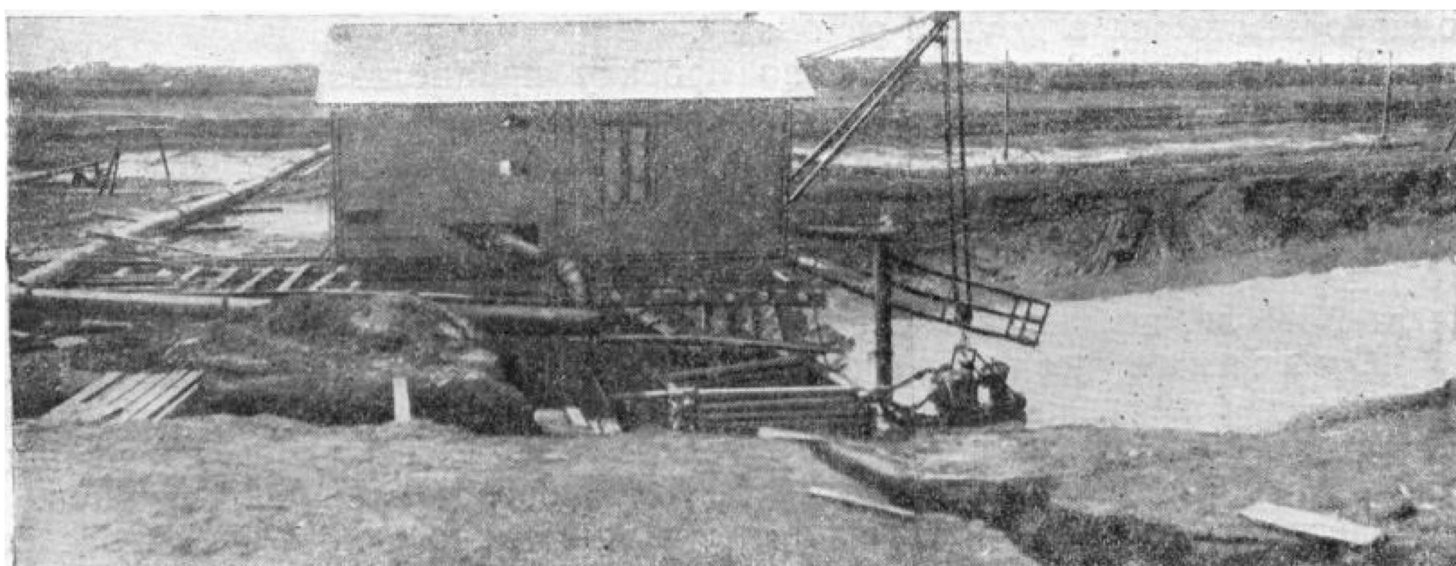
[1] По окончании всех работ в Оревском районе установка была перевезена на Мельдинское болото района „Техника", где в сезоне 1936 г. ею же выполнено еще около 50 000 $м^3$.

Размытый грунт в виде пульпы с помощью последовательно работавших торфососа и торфяного насоса транспортировался на место отвалов по легким трубам $d = 500$ *мм* с толщиной стенок 3 *мм* с флянцевыми соединениями из углового железа.

Отвалы были расположены вдоль канала на западной стороне. Пульпа, состоящая из смеси торфа, мергеля и воды, осветлялась не сразу, поэтому площадь отвалов была отведена значительно (на 80%) больше, чем это требовалось по количеству укладываемого грунта.

Территория отвалов была обвалована небольшими дамбами и сток осветленной воды предполагалось осуществить через систему водосбросных каналов в р. Яхрому. В действительности эти канавки функционировали очень плохо, так как вскоре были занесены торфом, и вода, растекаясь по местности, непосредственно попадала в р. Яхрому.

Пульповод был уложен на деревянной эстакаде, обслуживающей 2 рабочие стоянки крана. Длина пульповода не превышала 500 *м*. Потери напора были не более 5—6 *м*. Скорость движения пульпы была в среднем около 1 *м/сек*.



Фиг. 24. Торфососная установка на железнодорожной платформе.

Все механизмы установки приводились в движение электромоторами трехфазного тока напряжением 6 000 и 2 000 *в*. Общая установленная мощность электромоторов была 538 *квт*, в том числе:

у насоса высокого давления	390 *квт*	— 6 000 *в*
„ торфососа	55 „	— 2 000 „
„ торфососа	80 „	— 2 000 „
„ механизмов подъема торфососа и передвижки крана .	13 „	— 220 „

Выбор рабочего напряжения в 2 000 *в* обусловливался тем, что все оборудование (включая основные электромоторы) было приобретено на торфоразработках им. Р. Э. Классона из консервированного оборудования. Для обеспечения энергией этих электромоторов был отдельно установлен трансформатор 6 000/2 000 *в* — 900 *ква*, а на самом кране второй трансформатор 2 000/220 — 50 *ква*.

Монтаж и эксплоатация. Основное механическое оборудование было доставлено на строительную площадку 2 апреля 1935 г. Монтаж установки был произведен с 2 по 17 апреля, т. е. в течение 14 дней. На пробный пуск установки и на устранение дефектов было затрачено 6 дней и 24 апреля установка фактически начала работу.

Несмотря на новизну дела и неопытность рабочих, с первых же дней эксплоатации установки суточная производительность в отдельные дни достигала 5 000 $м^3$, т. е. вдвое более проектной.

При выемке торфяно-мергелистого грунта на глубину более 3 *м* неоднократно наблюдались значительные оползни грунта боковых стенок

карьера и грунта из-под основания крана. Только благодаря установке крана на прочном свайном основании (сваи были забиты в твердый грунт на 2—2,5 *м*) удалось предотвратить падение крана в выработанный забой. Кроме устройства надежного основания под кран в качестве дополнительной меры предохранения кран был заякорен при помощи троса и ручной 3-*т* лебедки, установленной на расстоянии 20—30 *м* от крана.

С целью уменьшения возможности оползания боковых стенок карьера откосы его в опасных местах делались с уклоном 1:4, оползни при этом почти прекратились.

Работа на установке № 1 в 1935 г. производилась в три смены по 8 час. В среднем в каждую смену работало 40 человек, из них: гидромониторщиков — 4, машинистов и мотористов — 3, слесарей — 5, рабочих по очистке карьера — 6 и на подготовке передвижки — 22 человека.

Как видно из нижеследующей табл. 21, почти все проектные показатели были на этой установке в действительности превзойдены.

Таблица 21

№ п/п	Показатели	Измер.	По проекту	Фактич. за год	В сентябре
1	Размыто грунта	$м^3$	500 000	574 143	118 594
2	Число рабочих дней установки	дн.	200	223	30
3	Среднесуточная производительность установки	$м^3$	2 500	2 575	3 960
4	Производительность за час чистой работы	"	160	190	226
5	Коэфициент использования рабочего времени	%	65	64	73
6	Расход воды на 1 $м^3$ грунта	$м^3$	2,5	2,8	2,4
7	" " в час	"	400	540	540
8	Установленная, она же рабочая мощность электромоторов	*квт*	507	538	538
9	Расход электроэнергии на 1 $м^3$ грунта	*квт-ч*	3,2	1,7	1,6
10	Количество рабочих в сутки	чел.	102	120	120
11	Производительность рабочего в смену	$м^3$	24,5	21,5	33,0
12	Стоимость выемки 1 $м^3$ грунта	руб. и коп.	1—56	1—09	0—97

При этом нужно иметь в виду, что работа установки продолжалась до середины декабря и что среднегодовые показатели благодаря работе в зимнее время значительно снизились, что видно из их сопоставления с работой в сентябре (за лучший месяц).

Динамика показателей работы установки № 1 по месяцам в 1935 г. видна из табл. 22.

Таблица 22

№ п/п	Показатели	Измер.	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Всего
1	Размыто грунта	$м^3$	10 140	52 890	63 085	99 812	107 041	118 594	78 657	32 726	8 154	574 143
2	Число рабочих дней установки	дн.	10	29	30	27	31	30	26	26	14	223
3	Среднесуточная производительность установки	$м^3$	1 014	1 824	2 103	3 700	3 450	3 960	3 020	1 250	580	2 575
4	Производительность за час чистой работы	"	—	—	—	220	209	226	196	113	50	190
5	Коэфициент использования рабочего времени	%	—	—	—	69,5	67,0	73,0	63,5	47,8	47,9	64,0
6	Производительность рабочего в смену	$м^3$	11,5	19,8	22,4	28,0	27,2	33,0	19,2	11,0	3,8	21,5
7	Расход электроэнергии на 1 $м^3$ грунта	*квт-ч*	—	1,9	1,5	1,35	1,85	1,6	1,6	3,0	—	1,7
8	Стоимость выемки 1 $м^3$ грунта	руб. и коп.	1—64	1—16	1—06	0—96	0—81	0—97	1—24	2—11	4—9	1—09

Работа установки № 1 в 1936 г. (табл. 23). После окончания выемки торфяно-мергелевого грунта под основания дамб установка № 1 была перенесена в канал между пк 45/8 и пк 47/3. Условия работы здесь были более тяжелые, значительно отличаясь от нормальных. Основной

объем грунта был вынут из канала вручную еще в 1934 г. и в 1936 г. при помощи установки № 1 производился подбор оставшегося грунта с высотой забоя не выше 1,5 *м*, что вело к частым передвижкам.

Кроме подчистки установкой № 1 здесь был вынут основной объем грунта из котлована для Татищевского двухсекционного дюкера и на протяжении 100 *м* была разработана выемка канала на 54 *км*.

Работа установки в 1936 г. производилась главным образом в зимнее время и не останавливалась даже во время больших морозов. Хотя в зимних условиях работы малая высота забоев безусловно отразилась на ухудшении показателей, однако все же средние показатели установки № 1 и за 1936 г. мало отличаются от среднегодовых показателей по всему строительству, а производительность торфососов все же превысила среднюю производительность землесосов.

Таблица 23

№ п/п	Показатели	Измер.	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Всего
1	Размыто грунта	$м^3$	19 695	10 780	48 971	21 067	32 512	136 026
2	Число рабочих дней установки	дн.	30	29	31	26	25	141
3	Среднесуточная производительность установки	$м^3$	657	372	1 580	810	1 420	965
4	Производительность в час чистой работы	"	48	43	96	75	98	75
5	Коэфициент использования рабочего времени	%	57,0	36,2	68,3	45,0	60,0	52,0
6	Производительность рабочего в смену	$м^3$	7,8	2,8	8,8	5,5	182,2	7,7
7	Расход электроэнергии на 1 $м^3$ грунта	*квт-ч*	9,9	9,6	5,6	5,0	6,9	6,8
8	Стоимость выемки 1 $м^3$ грунта	руб. и коп.	3—14	4—97	2—66	2—99	1—44	2—64

Простои этой установки составляли 48% к общему времени и слагались из следующих составляющих: механические — 11,8%, электротехнические — 1,6%, водопроводные — 2,9%, пульповодные — 4,8%, передвижка установки — 16,6%, перенос гидромониторов — 0,6%, отсутствие тока — 1,6%, прочие — 8,1%.

б) Торфососная установка № 4 (Оревский район)

Общие условия. Участок канала между пк 53/0 и пк 54/0 проходит по неосушенному низинному болоту, являющемуся окраиной основного торфяного массива, расположенного между пк 45/9 и пк 53/0. Мощность залегания торфа на данном участке колеблется от 1,5 до 2 *м* с небольшим включением древесных остатков (пней). Под торфом залегал мощный слой плотно слежавшегося ила. В естественном состоянии участок был сильно насыщен водой и без значительных по объему осушительных работ произвести выемку грунта ручным или другим каким-либо сухим способом не представлялось возможным. В силу указанных соображений решено было произвести выемку грунта способом гидромеханизации, для каковой цели была специально запроектирована и смонтирована установка № 4.

Описание установки. Оборудование торфососного агрегата, состоящее из торфяного насоса $Q = 1\,200$ $м^3/час$, $H = 18$ *м* и электромотора 220 *квт*, $n = 730$ об/мин с пусковым реостатом и ящиком ЯЖ-14, было смонтировано на железнодорожной платформе нормальной колеи. Торфяной насос и электромотор, соединенные непосредственно при помощи эластичной муфты, были установлены на общей литой раме, прочно укрепленной на основных и дополнительных брусьях пола платформы. Всасывающая труба торфососа $d = 400$ *мм* была присоединена к корпусу насоса посредством сальникового шарнира, обеспечивающего подъем и опускание ее в вертикальной плоскости.

Один конец подъемного троса $d = 16$ *мм* был укреплен на всасывающей трубе ближе к вертикальной ее части, а второй, пропущенный через

двойной полиспаст и два направляющих ролика, был присоединен к барабану ручной 2-*т* лебедки, установленной на платформе в задней ее части. Двойной полиспаст и направляющие ролики были укреплены на металлической стреле, смонтированной в передней части платформы в плоскости подъема и опускания всасывающей трубы.

Залив всасывающей системы и торфяного насоса обеспечивался постановкой на конце всасывающей трубы обычного обратного клапана, причем самая заливка производилась водой от специального ответвления напорного водопровода.

К напорному патрубку $d = 400$ *мм* присоединялся переход 400×300, после которого уже был смонтирован напорный пульповод из звеньевых деревянных труб $d = 300$ *мм*. В переходном патрубке имелся отвод $d = 100$ *мм*, через который в случае надобности производилась промывка пульповода напорной водой, а также и заливка всасывающей системы.

Вода подавалась от насосной станции низкого давления, расположенной непосредственно у р. Яхромы, к насосной высокого давления, установленной вблизи места размыва, далее к гидромониторам вода поступала по напорному трубопроводу $d = 200$ *мм*.

Насосная станция низкого давления — стационарная — состояла из трех 8" насосов Мелитопольского завода $Q = 385$ *м³/час*, $H = 18$ *м*, непосредственно соединенных с электромоторами 75 *квт*, 380 *в*, 975 об/мин. Насосная станция высокого давления — передвижная — была размещена на двух железнодорожных платформах нормальной колеи. На каждой платформе был смонтирован насос Сумского завода $Q = 540$ *м³/час*, $H = 150$ *м*, соединенный непосредственно с электромотором 390 *квт*, 6000 *в*, 1 450 об/мин.

Напорный водопровод от насосной высокого давления укладывался вдоль каждой стороны канала, причем западная и восточная ветви его были соединены поперечным водопроводом. Длина каждой ветви соответствовала двойной длине карьера и была равна 100—120 *м*. От каждой ветви в пределах размываемого карьера на равном расстоянии присоединялись рабочие водопроводы $d = 100$ *мм*, уложенные перпендикулярно оси канала. Каждый рабочий водопровод оканчивался гибким шлангом длиной 15 *м*, к которому и присоединялся гидромонитор Гидроторфа.

На оси канала в конце карьера на рельсовом переносном пути устанавливался торфососный агрегат. На месте стоянки торфососной установки ввиду ненадежности поверхностного грунта забивалось прочное свайное основание. Напорный пульповод укладывался при переходе через канал на легкой деревянной эстакаде, а за пределами трассы канала — непосредственно по кавальеру.

Разработка карьера начиналась с размыва зумпфа непосредственно всасывающей трубой. Зумпф размывался на глубину ниже проектной отметки дна минимум на 0,5 *м* для того, чтобы обеспечить надежный сток пульпы при размыве отдаленных участков карьера. После приготовления зумпфа размывалась пионерная траншея шириной 10—14 *м* на всю длину карьера, а затем уже приступали к размыву самого карьера по обеим сторонам траншеи. Размыв грунта производился сверху вниз с отступлением в направлении от траншеи к берегам канала, причем сначала размывались наиболее отдаленные участки, а далее фронт размыва постепенно приближался к месту стоянки торфососного агрегата (фиг. 25). По мере выработки участков рабочие водопроводы укорачивались, а свободные трубы переносились на новый карьер, где и присоединялись к соответствующим тройникам основных магистралей.

В процессе выработки карьера подготовлялись железнодорожные пути для передвижки торфососной и насосных станций высокого давления, а также заранее укладывался напорный пульповод на новой стоянке торфососного агрегата. По окончании размыва всего карьера торфососный агрегат вручную передвигался на новое место, затем наращивались все

рабочие водопроводы, присоединялись к ним гидромониторы, и приступали к выработке второго карьера. Насосные высокого давления передвигались после выработки двух карьеров; в это же время производилась и перекладка магистрального водопровода на новое место.

Для предохранения от попадания во всасывающую трубу торфососа твердых предметов вокруг зумпфа на расстоянии 3—4 *м* от всаса забивались колья с промежутками 100—150 *мм* и кроме того у зумпфа на специально устроенном деревянном помосте находились 2—3 рабочих, снабженные решетчатыми ковшами или вилами, при помощи которых они извлекали из зумпфа случайно попавшие в него твердые предметы. Установку обслуживали в сутки 35—50 человек, из них гидромониторщиков — 6—8, машинистов и мотористов — 10, слесарей — 4—6, рабочих на карьере — 5—6, подсобных рабочих — 10—20.



Фиг. 25. Размыв торфов гидромониторами Гидроторфа.

Административно-технический персонал состоял из начальника установки, старшего механика, двух прорабов по размыву и одного десятника на подготовительных работах.

В 1935 г. установка работала по выемке грунта из канала между пк 53/0 и пк 53/3. В 1936 г. установка была использована не только на выемке грунта из канала между пк 53/0 и пк 54/0, но также работала в качестве водоотливной установки и по удалению грунта, вынутого из зуба вдоль восточной дамбы между пк 53/0 и пк 53/1 и 53/4 вдоль западной дамбы. Устройство зуба с последующей его засыпкой песком было вызвано необходимостью обеспечить большую устойчивость приканальных дамб.

Производственные показатели. Установка № 4 в 1935 г. работала с октября по декабрь и разработала за это время в канале 51 072 $м^3$ торфяно-мергелевого грунта. Вследствие большого количества подпочвенной воды установка значительное время работала по откачке воды из канала.

В качестве землесосной установка работала более регулярно только в октябре (табл. 24) с пониженной по той же причине производительностью, а в остальное время установка работала по выемке грунта, но с большими перерывами, из-за затопления канала грунтовыми водами.

В 1936 г. установка продолжала работу как по выемке грунта из канала, так и по откачке воды, разработав 204 915 $м^3$ грунта в течение 288 дней.

Таблица 24

Показатели работы установки № 4 в октябре 1935 г.

№ п/п	Показатели	Измер.	
1	Размыто грунта	$м^3$	26 878
2	Число рабочих дней установки	дн.	23
3	Среднесуточная производительность установки	$м^3$	1 170
4	Максимальная выработка в сутки	"	3 609
5	Производительность рабочего в смену	"	11,5
6	Коэфициент использования рабочего времени	%	30
7	Производительность за час чистой работы	$м^3$	164
8	Расход электроэнергии на 1 $м^3$	квт-ч	1,6
9	Стоимость выемки 1 $м^3$ грунта	руб. и коп.	1—22

Как и в предыдущем году, установка не дала проектных показателей вследствие необходимости откачки воды на значительном отрезке времени. Так, в феврале из 696 рабочих час. 408 час. было затрачено на откачку воды, в сентябре из 720 час. — 300 и т. д.

Простои установки составляли 58% и распадались на следующие: механические 8,0%; электротехнические 2,9%; пульповодные 1,4%; водопроводные 4,9%; передвижка установки 8,8%; отсутствие тока 1,1%; откачка воды 12,8%; перенос гидромониторов 1,6%; прочие 16,5%;

Стоимость разработки 1 $м^3$ грунта установкой № 4 учитывалась вместе с установкой № 1. Распределение по статьям сметы дано в табл. 25.

Таблица 25

№ п/п	Вид расхода	По проекту	Фактически	
		руб.	руб.	%
1	Зарплата	0,56	0,87	34,4
2	Эксплоатационный материал	0,01	0,16	6,2
3	Электроэнергия	1,63	0,92	36,2
4	Текущий ремонт	0,11	0,08	3,4
5	Амортизация	0,31	0,18	7,2
6	Монтаж, демонтаж и пр.	0,30	0,32	12,6
	Всего	2,92	2,53	100

Сметная стоимость, несмотря на неблагоприятные условия работы, не была превышена благодаря экономии на электроэнергии и амортизации оборудования.

Показатели работы установки № 4 по месяцам в 1936 г. приведены в табл. 26.

Таблица 26

№ п/п.	Показатели	Измер.	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Всего	По проекту
1	Размыто грунта	$м^3$	1 870	7 184	30 828	26 456	41 365	40 388	255 305	17 085	4 414	10 022	204 915	129 000
2	Число рабочих дней установки	дн.	15	29	31	29	31	30	31	31	30	31	288	90
3	Среднесуточная производительность установки	$м^3$	125	248	1000	915	1 330	1 345	828	548	147	323	712	1 440
4	Максимальная производительность установки в сутки	"	—	—	—	2 440	3 250	3 070	1 558	2 911	1 295	848	3 250	—
5	Производительность установки за час чистой работы	"	55	37	69	57	100	129	90	66	61	52,3	70,5	100
6	Коэфициент использования рабочего времени	%	10	28	60	67	56	44	38	35	10	58	42	60
7	Расход воды на 1 $м^3$ грунта	$м^3$	10,0	14,5	7,8	10,0	5,4	4,2	6,0	8,2	8,8	—	7,6	10
8	" электроэнергии на 1 $м^3$ грунта	квт-ч	9,3	13,5	8,6	8,4	6,6	7,1	6,5	11,8	6,3	6,6	7,7	10
9	Количество рабочих в сутки	чел.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	44	81
10	Производительность рабочего в смену	$м^3$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16,5	18
11	Стоимость выемки 1 $м^3$ грунта	руб. и коп.	8—14	4—97	2—67	2—99	1—42	1—43	1—9	4—49	2—84	3—88	2—53	2—92

9. ВЫЕМКА ТОРФА НА МЕЛЬДИНСКОМ БОЛОТЕ (район „Техника“)

Между 10 и 12 километрами трасса канала пересекает Мельдинское торфяное болото. Ввиду значительной влажности болота, его пнистости и необходимости осуществить выемку в кратчайший срок наиболее целесообразным оказалось применение на этом участке гидромеханизации, уже освоенной в 1935 г. на Татищевском участке Оревского района.

Выемку верхнего торфяного слоя было намечено произвести способом гидромеханизации для того, чтобы в дальнейшем подстилавший моренный слой разрабогать экскаваторами.

Намеченный для выемки участок был первоначально запроектирован между пк 10/7—10/7 (нов)[1] длиной 900 *м*. В этом месте средняя глубина болота доходила до 3 *м*, а максимальная — до 4 *м*. В большей части своей толщи болото было представлено сфагновыми и пушицо-сфагновыми прослойками торфа, и только в самых нижних слоях залегал слой гипного и гипнопушицо-сфагнового торфа.

Нижележащие слои торфа включали большое количество древесины, что указывало на заболоченность в этом участке лесной площади. По профилю болота было обнаружено несколько горизонтов торфа, сопровождаемых отложениями пней и остатков древесины.

Верхний пограничный горизонт проходил вдоль всего болота на глубине 1,25—1,5 *м*.

Горизонтально расположенные ярусы пней встречались еще ближе на глубинах 2,0—2,75 и 3,5 *м* от поверхности болота.

Таким образом выемка торфа другими способами кроме гидравлического была весьма затруднительна.

Влажность торфа доходила в отдельных слоях до 92%. Средняя влажность — около 87%. Болото осушено не было. Разложение торфа на глубине 1,2—1,5 *м* достигало 60—70%, в среднем около 40%. Зольность 2,3—6%.

Условия работы. Характер болота и наличие очень большого количества пней вызывали необходимость использования нормального оборудования Гидроторфа, применяемого при добыче топливного торфа: торфососа, соединенного последовательно с растирателем — насосом, грейферных гусеничных кранов для вытаскивания пней и водяных насосов высокого давления. Однако вследствие отсутствия на Строительстве этого оборудования и краткости подготовительного периода пришлось отказаться от нормальной схемы Гидроторфа и работать с имевшимся на Строительстве торфяным оборудованием с использованием освобождающейся в Оревском районе установки № 1.

Это оборудование в основном состояло: по установке № 28 — из торфососа и двух водяных насосов высокого давления и на установке № 1 — из торфососа и насоса-растирателя и водяного насоса высокого давления.

Для обеспечения работы оборудования в условиях пнистого болота и необходимости предотвращения попадания в механизмы пней и волокон неразложившегося торфа были произведены следующие работы: а) снят верхний слой волокнистого торфа (очеса) вручную и удален за пределы трассы канала; б) в процессе работы удалены все пни (вручную после размыва), кроме того были установлены систематический надзор и периодическая остановка машин для тщательной их очистки от попавших мелких пней и волокон.

По предварительным проектным данным объем выемки исчислялся: а) в 98 000 $м^3$ — намеченных к разработке вручную на полосе шириной 128 *м*, длиной 900 *м* и глубиной 0,85 *м* и б) в 220 000 $м^3$ — на той же площади на глубину в среднем 2,1 *м* с разработкой способом гидромеханизации.

Для выемки этого объема по проекту должны были работать две уста-

[1] Новый пикетаж.

новки: установка № 28 с одним торфяным насосом — в течение 95 рабочих дней и установка № 1 (торфососная после окончания своей работы в Оревском районе) — 51 день. По проекту работу намечалось провести в 146 рабочих дней со средней выработкой на каждую установку 1 500 *м*³ грунта в сутки.

Фактически ввиду позднего поступления оборудования на стройплощадку количество рабочих дней уменьшилось до 95, фронт работ гидромеханизации сокращен с 900 до 654 *м*; средняя ширина полосы доходила до 100 *м*, и глубина вынутого торфа — 1,75 *м*, в связи с чем объем разработки торфа за 95 рабочих дней составил лишь 111 500 *м*³.

Так как разработка выемки Мельдинского болота почти ничем не отличалась от таковой в Оревском районе, то ниже приводятся по ней лишь основные производственные показатели.

Из сопоставления приводимых проектных данных и фактических показателей (табл. 27) видно, что намеченный по проекту объем работ был выпол-

Таблица 27

№ п/п	Показатели	Измер.	Июнь			Июль			Август			Итого			По проекту
			№ 28	№ 1	всего	№ 28	№ 1	всего	№ 28	№ 1	всего	№ 28	№ 1	всего	
1	Размыто грунта	*м*³	9 332	—	9 332	39 404	30 858	70 262	13 193	18 713	31 906	61 929	49 571	111 500	220 000
2	Число рабочих дней установки	дн.	15	—	15	31	19	50	10	20	30	56	39	95	146
3	Средняя производительность установки в сутки	*м*³	622	—	622	1 270	1 630	1 405	1 319	935	1 065	1 100	1 270	1 170	1 500
4	Максимальная суточная производительность	„	1 460	—	—	2030	2007	—	1750	1594	—	2030	2007	—	—
5	Производительность установки за 1 час чистой работы	„	135	—	135	118	129	128	107	109	108	118	120	119	125
6	Коэфициент использования рабочего времени	%	19	—	19	45	51	48	51	36	41	39	44	41	50
7	Расход электроэнергии на 1 *м*³ грунта	*квт-ч*	—	—	5,8	—	—	4,8	—	—	8,3	—	—	5,9	4,95
8	Производительность рабочего в смену	*м*³	—	—	15,4	—	—	23,8	—	—	13,4	—	—	20,6	22
9	Стоимость выемки 1 *м*³ грунта	руб. и коп.	—	—	3—70	—	—	2—30	—	—	3—49	—	—	2—77	2—32

нен только на 50% вследствие выполнения части выемки другими способами работ. Средняя выработка на один агрегат достигала 1 170 *м*³ в сутки вместо запроектированных 1 500 *м*³, однако в июле среднесуточная производительность установки № 28 достигала 1 270 *м*³, а установки № 1—1 630 *м*³ превысив проектную почти на 10%.

Максимальная выработка в сутки на агрегат была достигнута в июле — 2030 *м*³, превзойдя среднюю проектную на 32%.

Вместе с тем производительность агрегата за час чистой работы лишь незначительно отстала от проектной (в среднем 119 *м*³/*час* вместо 125 *м*³), а в июле была выше проектной. Невыполнение средней нормы выработки агрегата произошло за счет низкого процента использования оборудования, который вместо запроектированных 50% достигал за все время работы всего 41%, достигнув в августе для установки № 28—45% и для установки № 1—51%.

Использование установки по времени характеризуется следующими данными:

	Фактич.	По проекту		Фактич.	По проекту
1) Чистая работа	36,5%	50%	водопроводные	5,4%	3%
2) Всего простоев	63,5%	50%	пульповодные	2,4%	2%
из них: механические	18,6%	6%	перестановка	0,5%	—
очистка от пней	—	15%	отсутствие тока	3,8%	—
электротехнические	11,0%	2%	атмосферные	0,1%	—
			прочие	21,7%	22%
				100%	100%

Расход электроэнергии подсчитан приблизительно, так как учета электроэнергии отдельно для торфяных установок не было и расход электроэнергии регистрировался в целом для всех гидромеханизационных установок района.

Стоимость работ. Сметная стоимость работ по выемке 1 $м^3$ торфа была исчислена в 3 р. 32 к., фактическая же стоимость оказалась 2 р. 77 к. Распределение по отдельным видам затрат дано в табл. 28.

Таблица 28

№ п/п	Вид расхода	По проекту руб.	По проекту %	Фактически руб.	Фактически %
1	Зарплата	0,64	19,4	0,32	11,6
2	Эксплоатационный материал	0,01	0,4	0,02	0,7
3	Электроэнергия	1,06	31,9	0,92	33,2
4	Текущий ремонт	0,19	5,6	0,37	13,3
5	Амортизация	0,50	15,1	0,29	10,5
6	Монтаж и демонтаж	0,58	17,3	0,85	30,7
7	Прочие расходы	0,34	10,3		
	Всего	3,32	100	2,77	100

Опыт установок № 28 и 1 показывает, что даже при отсутствии специальных механизмов для выемки пней, применяя описанные мероприятия, можно с успехом провести гидравлическим способом выемку конгломерата торфа и древесных остатков в условиях неосушенного болота.

Применение в этих условиях какого-либо другого механизированного способа кроме гидромеханизации было совершенно исключено, разработка же торфяного массива вручную помимо низкой эффективности и в несколько раз более высокой стоимости была бы связана с исключительно тяжелыми условиями труда для рабочих.

ГЛАВА III

НАМЫВ ПЛОТИН И ДАМБ

1. НАМЫВ ИВАНЬКОВСКОЙ ЗЕМЛЯНОЙ ПЛОТИНЫ НА ВОЛГЕ

Из работ по намыву одной из самых интересных является намыв первой в СССР намывной плотины на Волге у с. Иваньково.

а) Характеристика района работ

Иваньковская земляная плотина расположена в русле Волги и примыкает южным концом к правобережной площадке, северным — к устою Иваньковской ГЭС и является одним из основных сооружений Волжского головного узла канала Москва — Волга.

В русле реки в основании плотины залегают подморенные пески, верхняя граница которых проходит примерно на отм. 87—88. Выше залегает мощный (16—18 *м*) слой моренных суглинков, прикрытых песками, а в некоторых местах супесями флювиогляциального происхождения.

Верхний песчаный комплекс был разведан детально путем заложения ряда скважин по сетке 20 × 25 *м*, а в некоторых местах 10 × 30 *м* с целью изучения напластований песков и супесей, установления наличия гравелистых прослоек и изучения фильтрующей способности песков. Было установлено, что в основном наносы состоят из разнозернистых и среднезернистых песков следующего гранулометрического состава:

3 *мм*	— 0,4 — 10%	Действующий диаметр d_e . . . . . . — 0,12—0,3 *мм*
3—1 *мм*	— 11 — 21%	Коэфициент однородности . . . . . . — 3,0—5,0
1—0.25	— 60 — 70%	„ фильтрации песков 0,013 — 0,018 *см/сек*
0,25—0.1	— 6 — 10%	Пористость . . . . 40,8 — 42,6%
0.1	— 2 — 4%	

По некоторым скважинам 1936 г. было установлено, что в основании плотины залегают не только пески, но и супеси, а в отдельных скважинах обнаружены и гравелистые прослойки. Наличие гравелистых линз обусло-

вило необходимость очистки средней части основания от имеющихся песков. Эта работа была произведена в феврале — марте 1936 г. землечерпательными снарядами. Образовавшаяся траншея была засыпана мелкозернистыми песками (из выемки аванпорта) следующего гранулометрического состава:

Наименование	Гравий	Песок			Пыль	Ил
		крупнозернистый	среднезернистый	мелкозернистый		
Размер в *мм*.	3	3—1	1—0,25	0,25—0,05	0,5—0,01	0,01
%	0	0	20—30	60—70	5—10	5

На подготовленном таким образом основании в июне 1936 г. был начат намыв тела плотины.

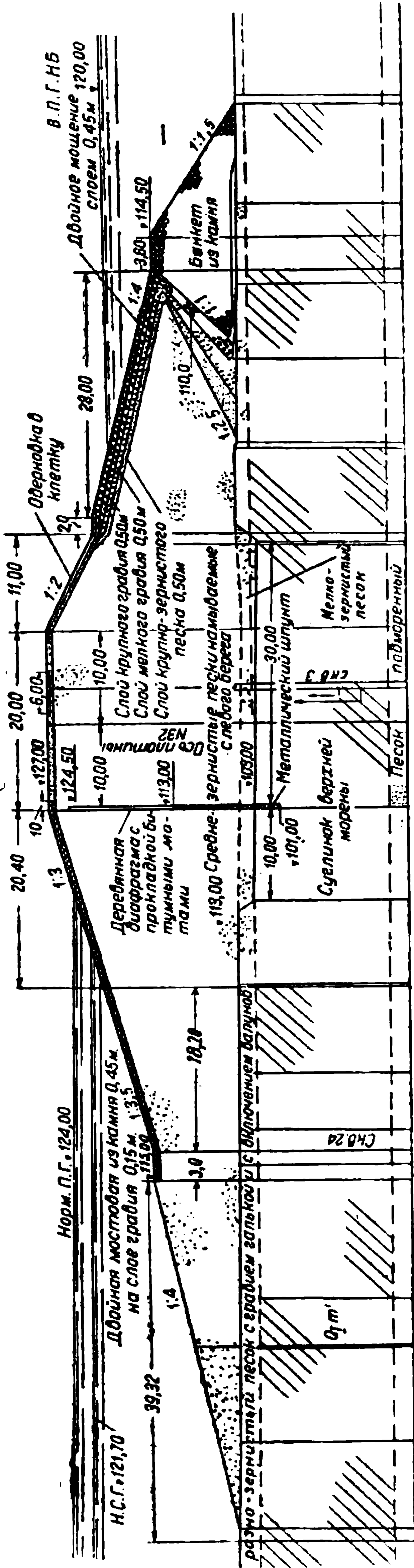
Режим Волги до сооружения плотины характеризовался следующими горизонтами: наивысшей отметкой 120,36 и наинизшей — 106,20. После сооружения плотины нормальный подпорный горизонт должен иметь отметку в верхнем бьефе 124,0, низкий судоходный — 121,7 и наинизший предвесенний — 117,0; в нижнем бьефе: высокий паводковый — 120,0, нормальный судоходный — 111,0 и наинизший — 106,20.

Объем водохранилища 1 120 млн. $м^3$, площадь зеркала 327 $км^2$.

Характеристика плотины. По проекту ширина гребня плотины принята 20 *м*; высота гребня над нормальным подпорным горизонтом из условий высоты волны в водохранилище принята в 3 *м* (отм. 127,0) (фиг. 26).

Напорный откос плотины принят от 1:3 до 1:3,5 и до отм. 115 укреплен двойной мостовой толщиной 0,45 *м* на слое гравия 0,15 *м*. Низовой откос от гребня плотины до отм. 121,50 имеет уклон 1:2 и укреплен одерновкой. На отметке 121,5 устроена берма 2,0 *м*. Далее до отм. 114,5 откос 1:4 укреплен двойным мощением толщиной 0,45 *м*.

С низовой стороны до отм. 114,5 отсыпан банкет из камня различной крупности с наружным откосом 1:1,5, выложенным крупным камнем с подбором. Внутренний откос каменного банкета, а также откос плотины вверх от банкета до отм. 121,5 покрыт обратным фильтром из трех слоев различных фракций.



Фиг. 26. Типовой профиль Иваньковской земляной плотины.

Сопряжение с левым берегом осуществлено путем непосредственного

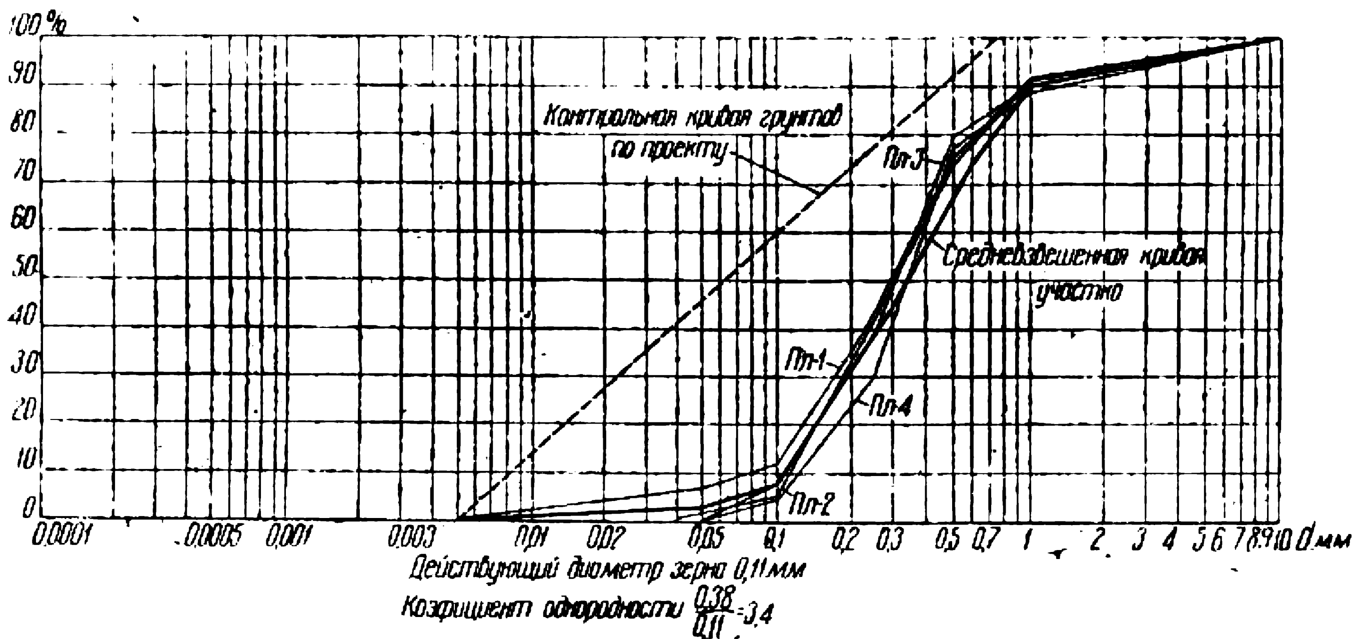
примыкания намытого тела плотины к устою ГЭС, пазуха которой также намыта из разнозернистых песков.

Водонепроницаемость плотины обеспечивается металлическим шпунтом и деревянной диафрагмой (фиг. 26). Металлический шпунт забит до морены на отм. 101,0, верх шпунта на отм. 113,0. Выше — до отм. 124,5 — шпунт заменен деревянной диафрагмой. Шпунт и диафрагма расположены вдоль всего тела плотины на расстоянии от ее оси 10 м в сторону верхнего бьефа[1].

Намывная часть плотины и площадки ГЭС оканчиваются на отм. 124,5, а остальная часть плотины до отм. 127,0 насыпана насухо разнозернистым песком. Основные размеры плотины:

Ширина гребня плотины поверху	— 20 *м*
„ понизу, включая банкет	— 161,0 *м*
Длина плотины по гребню	— 350,0 „
Высота плотины (максимальная)	— 22,50 *м*
Объем вынутого под основанием плотины грунта	— 61,737 *м*³
„ грунта в плотине	— 472 055 „

Грунты карьера. Карьер, предназначенный для разработки грунта для намыва в плотину, располагался на левом берегу Волги в 1,5—2,0 *км* от плотины. Предварительно он был разведан бурением по сетке 100 × 50 *м*,



Фиг. 27. График механического состава грунта в смеси всех его слоев до горизонта размыва (отм. 110—111) по участку I очереди для намыва Иваньковской плотины.

в данном случае явно недостаточной. Аллювиальные отложения карьера характеризовались неправильностью и непостоянством напластований. Наблюдались линзы и гнезда то более крупного материала, то более мелкого и даже торфов.

В основном карьер состоял из среднезернистых песков. Пески были неоднородны: имелись включения в виде гнезд и линз гравия, а в некоторых скважинах (скважина № 65) супеси. Данные механических анализов приведены для двух участков I и II очереди. В участок I очереди входили карты карьеров № 1, 2, 3 и 4, в участок II очереди — № 5, 6, 7 и 8.

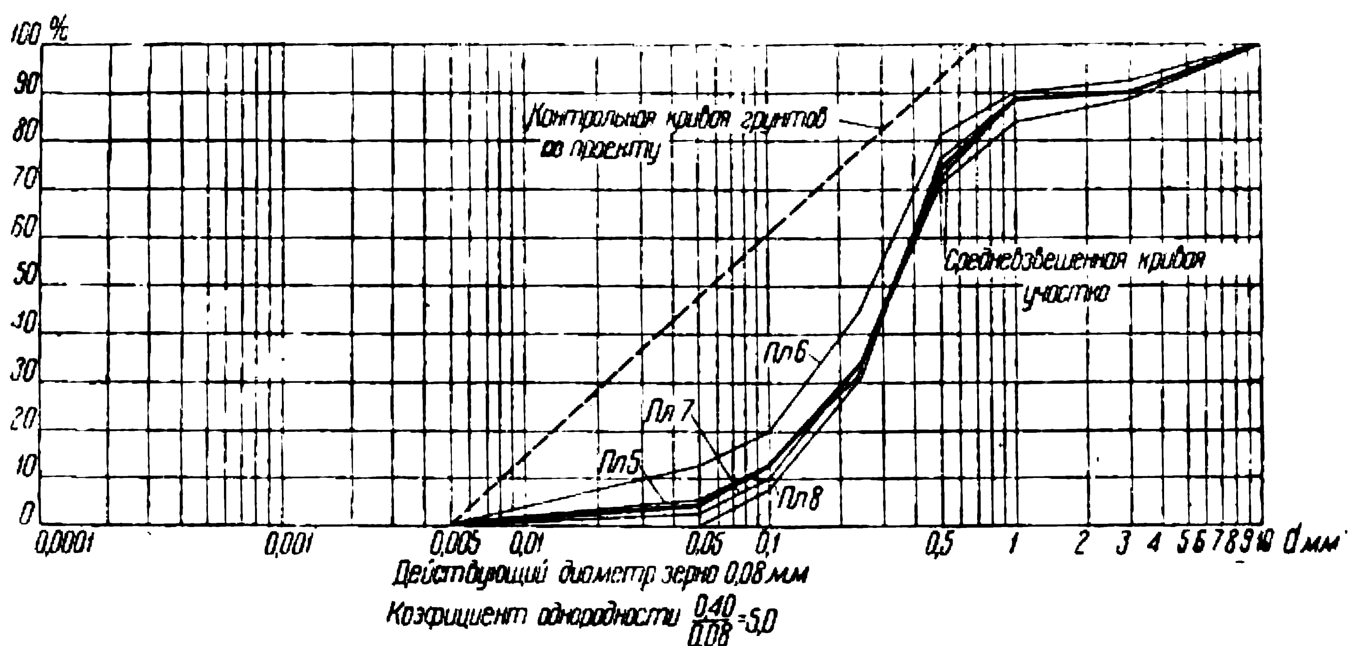
В приведенных графиках (фиг. 27 и 28) даны анализы скважин не на всю глубину бурения, достигавшую 8 *м*, а лишь до 5 *м* — предполагаемой глубины разработки.

Как видно из данных анализа, пески карьера в основном (от 40 до 80%) представлены фракциями 1—0,25 *мм*. Остальная часть 10—30% представлена более мелкими фракциями 0,25—0,1 *мм* и наконец от 2—10% —

[1] Шпунт с южного конца примыкает к подводящему каналу шлюза № 1, а с северной — непосредственно к ГЭС. Подробнее см. описание плотины в специальном выпуске Техотчета „Гидротехнические сооружения канала".

более крупными фракциями 1 *мм*. Пылеватых и илистых частиц в карьере было до 10%. В верхних слоях карьера мелких фракций было больше, чем в нижних. Наиболее однородные пески залегали в средних слоях карьера на глубине от 2 до 5 *м* на поверхности.

Для нескольких образцов были определены коэфициенты фильтрации и углы естественного откоса в сухом состоянии и под водой. Значения



Фиг. 28. График механического состава грунта в смеси всех его слоев до горизонта размыва (отм. 110—111) по участку II очереди для намыва Иваньковской плотины.

коэфициента фильтрации колебались от 0,00136 до 0,00937 *см/сек*, угол естественного откоса колебался от 30 до 32° для сухого состояния и 31—33° под водой, пористость колебалась от 36,12 до 42,26%.

б) Организация работ по намыву плотины

Работы по намыву плотины слагались из следующих процессов.

1. Размыв грунта гидромониторами в карьере на левом берегу.

2. Транспортировка грунта в виде пульпы по деревянным трубам, звеньевым и непрерывным.

3. Укладка грунта в тело плотины или намыв плотины.

С этой целью были запроектированы и построены следующие сооружения (фиг. 29).

1. 6 землесосных установок (*1*, *2*, *3*, *4*, *5* и *6*) с одной перекачивающей установкой *(9)*.

2. 2 насосные установки: низкого давления (пловучая) (*7* и *7а*) и высокого давления *(8)*.

3. Пульповоды: непрерывный деревянный $d = 600$ *мм (11)*, рабочие звеньевые $d = 450$ и 350 *мм (12)*, металлический (клепаный) непрерывный — $d = 600$ *мм (13)*, разводящие $d = 300$ и 200 *мм (14)*.

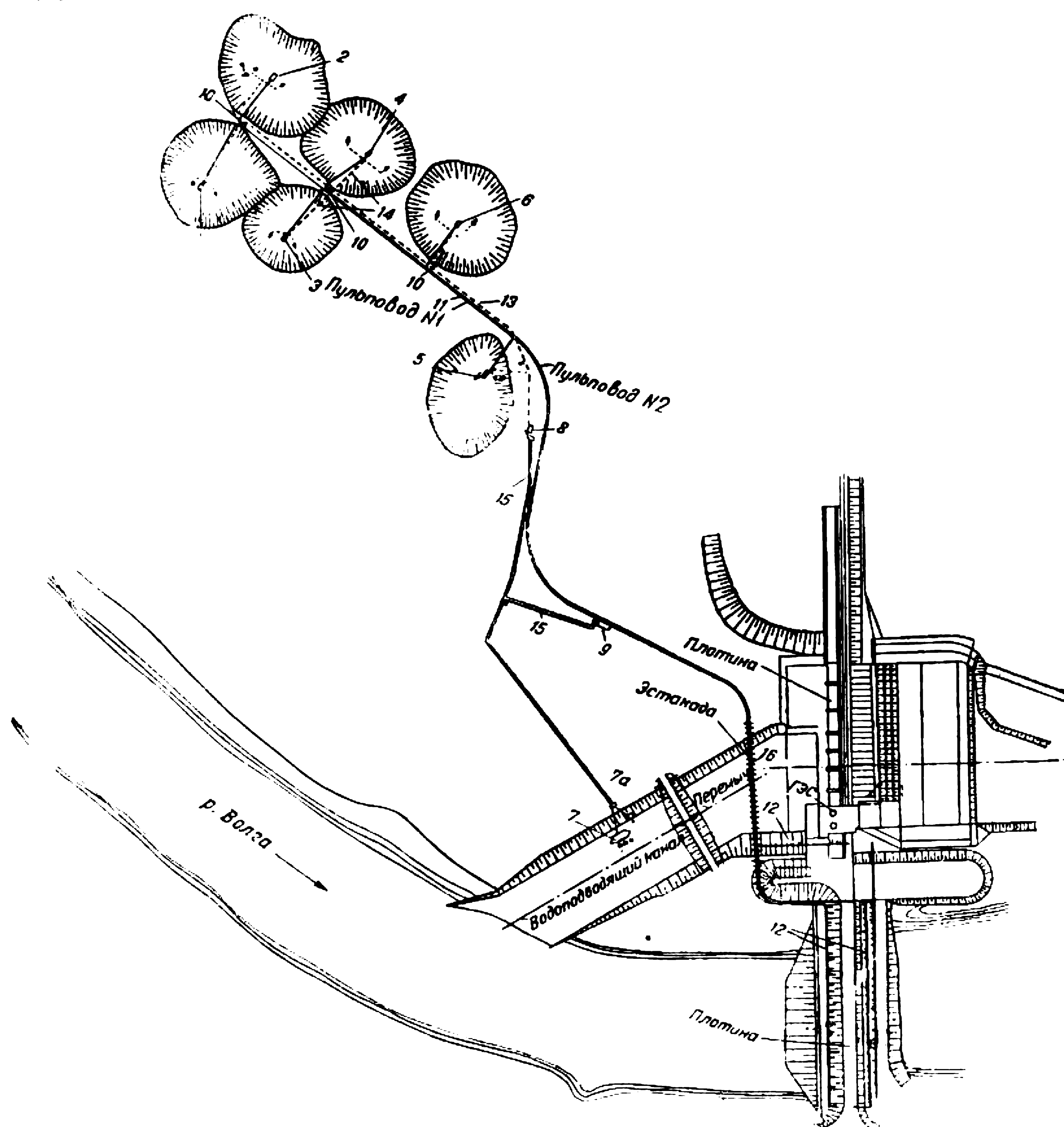
4. Водоподводящая канава *(15)* и деревянная эстакада через нее *(16)*.

Водоснабжение. Источником водоснабжения служила Волга, горизонты которой колеблются в пределах 6 *м*. В связи с этим для водоснабжения была смонтирована на левом берегу реки в 400 *м* выше плотины пловучая насосная станция низкого давления *(7)*, откуда вода поступала в подводящую канаву и по ней к приемному колодцу насосной станции высокого давления *(8)*. От этой насосной станции вода по металлическому водопроводу *(13)* и разводящей сети *(14)* подавалась к гидромониторам (фиг. 29). Оборудование насосной станции низкого давления состояло из (фиг. 30):

а) трех насосов завода им. Калинина $Q = 1\,720$ *м³/час*, $H = 12$ *м*, $n = 730$ об/мин *(1)*; б) трех моторов к этим насосам по 110 *квт*, 380 *в*,

$n = 750$ об/мин *(2)*; в) двух вакуумнасосов системы „Эльмо" *(10)* с электромоторами 2,6 *квт*; г) одного насоса $d = 50$ *мм (8)* с электромотором 1 *квт (11)*; д) трех реостатов *(3)* к электромоторам 110 *квт* и е) трех масляных выключателей ВМ-5 *(4)* к моторам 110 *квт*.

Колена под углом 90° имеют $d = 600$ *мм (7)* и $d = 500$ *мм (8)*; переход *(9)* 500 × 600 *мм*.



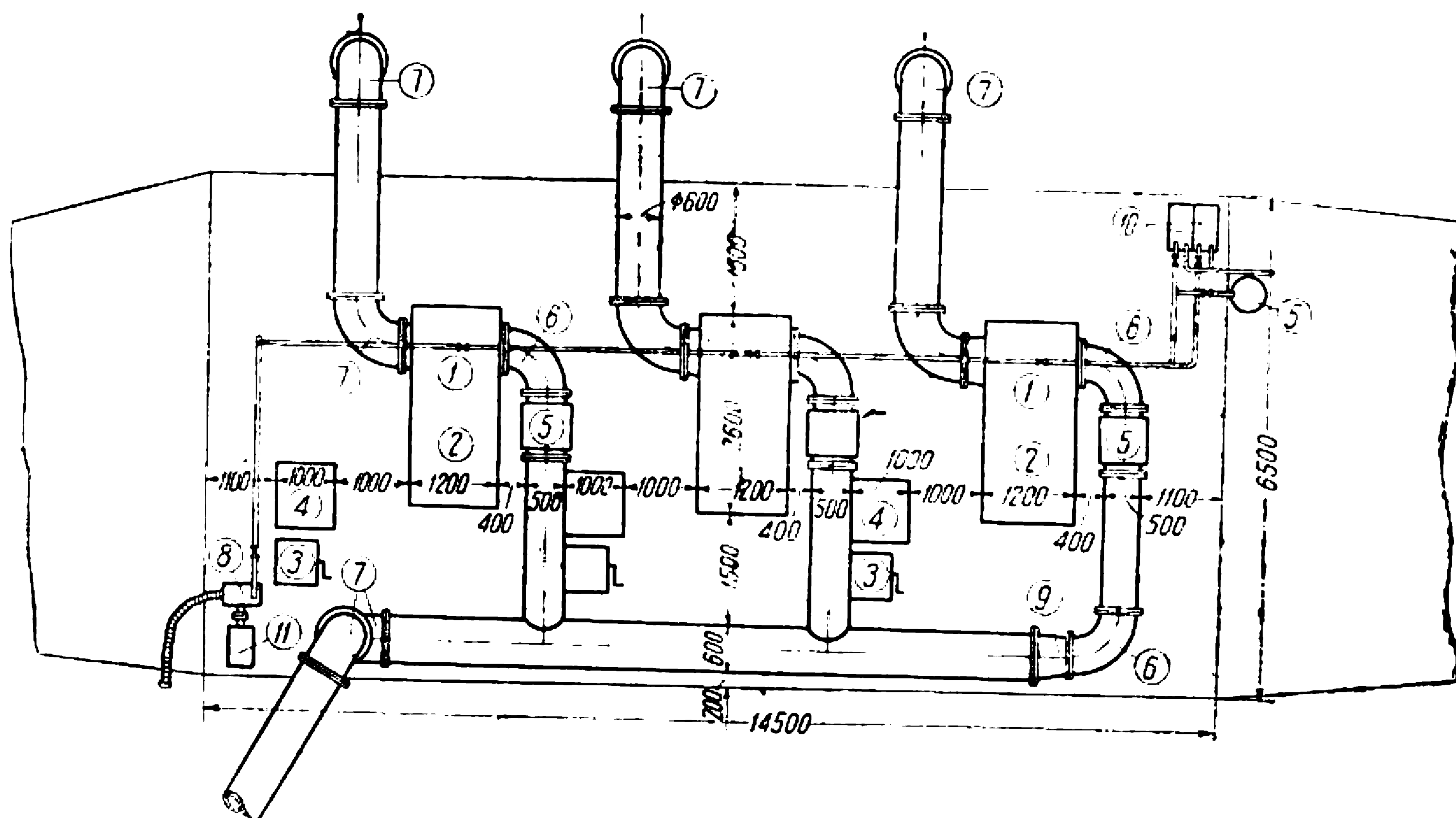
Фиг. 29. Схема расположения установок по намыву земляной плотины.

Землесосы 1, 2 и 5 установки присоединены параллельно к пульповоду № 1. Землесосы 3 и 4 установки — к пульповоду № 2. Землесосы установки № 6 включались как в 1-й, так и во 2-й магистральные пульповоды

Насосы завода им. Калинина были соединены с электромоторами помощью эластичной муфты, причем каждый агрегат был установлен на жесткой сварной раме, прочно укрепленной на палубе баржи.

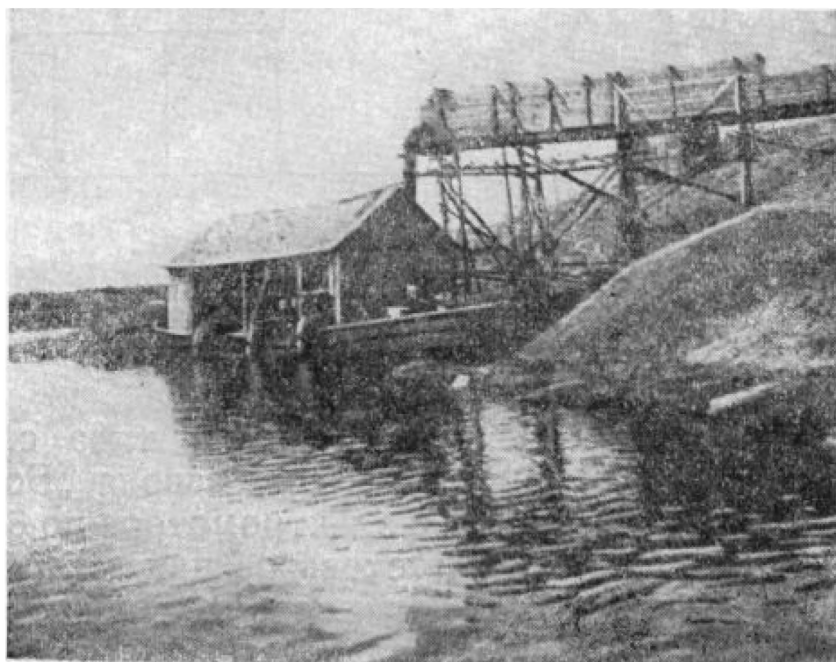
Всасывающие трубы насосов $d = 600$ *мм* на конце были снабжены предохранительными железными сетками и были опущены непосредственно в реку. Напорные линии насосов $d = 500$ *мм* были присоединены параллельно под углом 90° к общему водопроводу $d = 600$ *мм*. На каждой напорной линии был установлен обратный клапан $d = 500$ *мм (5)*. Магистральный водопровод оканчивался стояком $d = 600$ *мм*, $H = 6$ *м*, соединявшимся с деревянным лотком, установленным уже на берегу. Высота

боковых стенок лотка у места соединения со стояком была около 3 *м*. Таким образом при падении струи даже со значительной высоты потери воды на разбрызгивание были незначительны.



Фиг. 30. Схема расположения оборудования насосной станции низкого давления (I подъема).

В процессе эксплоатации колебания уровня воды в реке были невелики — менее 2 *м*, в связи с чем можно было обойтись без пловучей станции. Вода из напорного стояка поступала в лоток, оттуда через водослив в водоподводящую канаву длиной около 540 *м*, шириной по дну 1,5 *м* с откосом 1 : 1,5 и глубиной наполнения 0,5 *м*. Уклон канавы — 0,0008. Пропускная способность $\approx 1{,}5$ *м*³/*сек*. Позднее, уже в процессе эксплоатации, на берегу был установлен еще один центробежный насос с электромотором такого же типа, который являлся резервным и подавал воду в общий лоток.



Фиг. 31. Вид пловучей насосной станции низкого давления (I подъема).

Запуск насосов производился при помощи двух вакуумнасосов, присоединенных параллельно к общей всасывающей магистрали. Ввиду неплотности обратных клапанов был установлен один центробежный насос $d = 50$ *мм*, при помощи которого во время запуска напорная часть трубопровода от стояка до обратного клапана наполнялась водой, что надежно предохраняло от засоса воздуха через напорную магистраль.

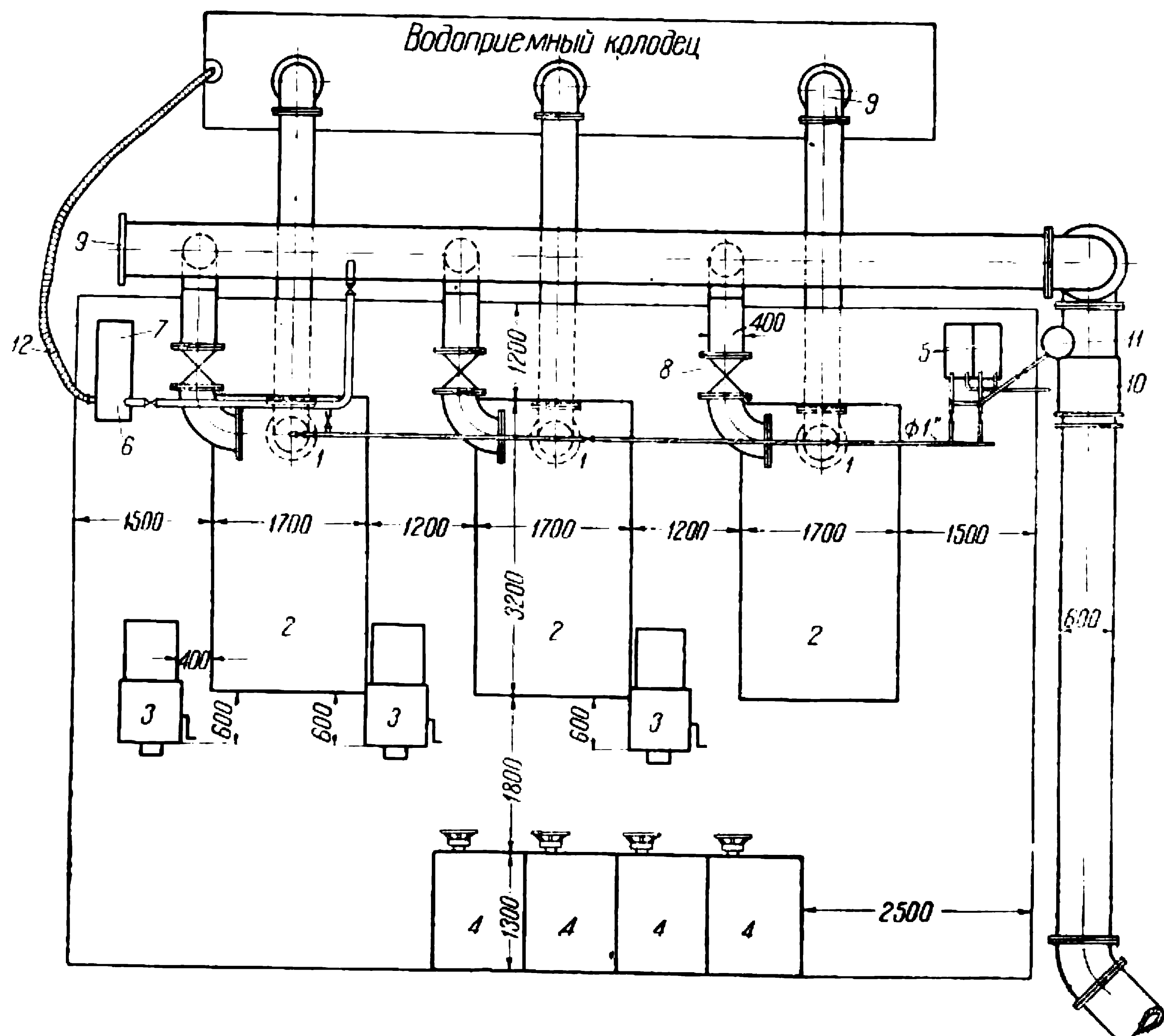
При соблюдении полной герметичности во всасывающей системе насосов и во всех соединениях самих насосов, а также при заполнении напорной линии водой запуск насосов при помощи вакуумнасосов происходил безотказно.

Производительность насосной была равна 1,9 *м*³/*сек*. Рабочая мощность

всех электромоторов — 452,5 *квт*. За все время эксплоатации насосы низкого давления работали бесперебойно и вполне исправно с высотой всасывания около 1,5 *м*.

Для связи с общим фронтом работ был установлен телефон. Обслуживающий персонал состоял (в сутки) из 7 человек: начальника станции низкого давления (он же и начальник станции высокого давления), двух машинистов и четырех пом. машиниста.

Насосная станция высокого давления, имевшая назначение создать давление, необходимое для размыва грунта, была установлена вблизи места разработки карьеров на расстоянии 685 *м* от наиболее удаленных карьеров № 1 и 2 и 160 *м* — от ближнего карьера № 5 (фиг. 32, 33).



Фиг. 32. Схема расположения оборудования насосной станции высокого давления (II подъема).

В каркасном здании легкого типа с дощатой обшивкой было установлено (фиг. 32): 1) 3 насоса завода „Борец" $Q = 1\,700$ *м³/час*, $H = 84$ *м*, $n = 1\,450$ об/мин; 2) 3 электромотора по 680 *квт*, 6 000 *в*, $n = 1\,475$ об/мин; 3) 3 реостата; 4) 4 пусковых ящика ЯЖ-14; 5) 2 вакуумнасоса с электромоторами 2,6 *квт*; 6) центробежный насос $d = 75$ *мм* с электромотором 1,5 *квт*; 7) мотор к заливочному насосу; 8) задвижка „Лудло" $d = 400$ *мм*; 9) заглушка $d = 600$ *мм*; 10) компенсатор $d = 600$ *мм*; 11) бачок для залива вакуумнасоса „Эльмо"; 12) всасывающий гибкий шланг заливочного насоса. Производительность всех насосов составляла 1,45 *м³/сек*, мощность электромоторов — 2 046,7 *квт*.

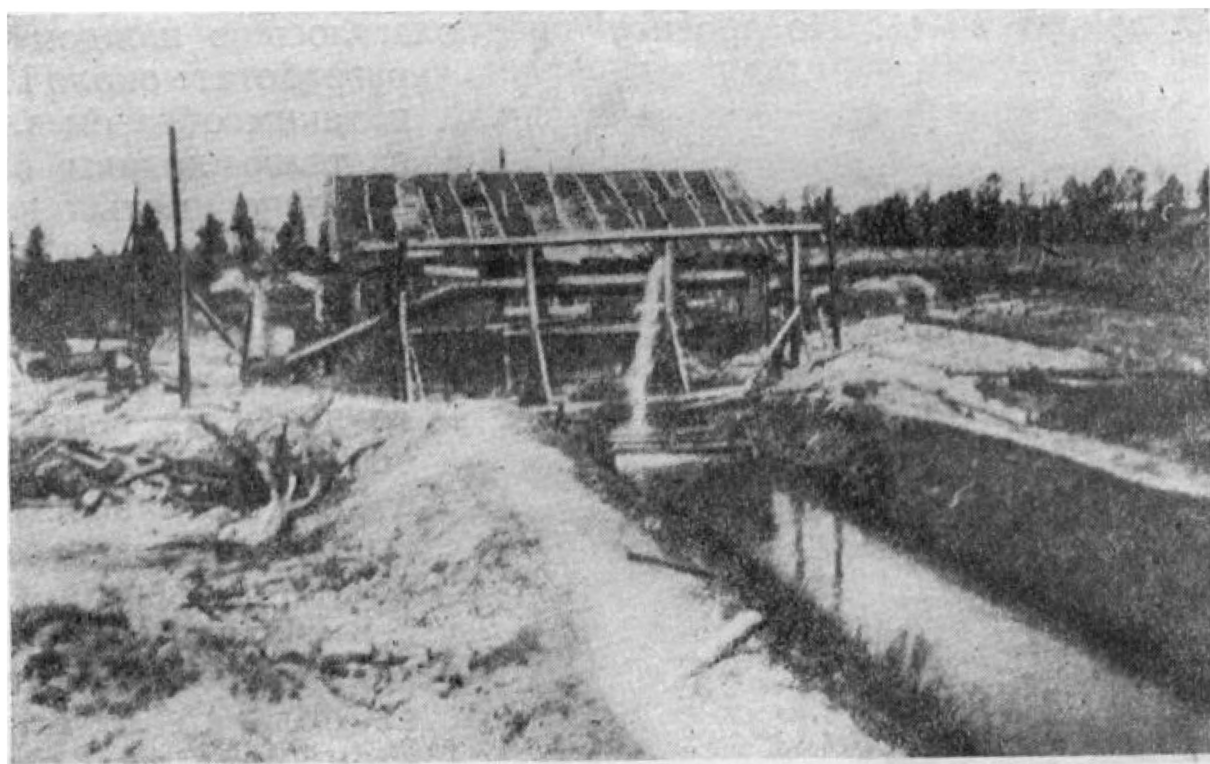
Насосы завода „Борец", соединенные с электромотором непосредственно при помощи эластичной муфты, были смонтированы на жесткой сварной раме, заделанной в массивный бетонный фундамент. Всасывающие трубы

насосов $d = 400$ *мм* были спущены в водозаборный колодец длиной 9,6 *м*, шириной 3 *м* и глубиной 3,0 *м*. Высота всасывания достигала 2,0 *м*. Напорные линии насосов $d = 400$ *мм* были присоединены параллельно под углом 90° к общему водопроводу $d = 600$ *мм*. Каждая напорная линия была снабжена задвижкой „Лудло" $d = 400$ *мм*.

Запуск насосов производился так же, как и в насосной низкого давления. Для обеспечения надежности отсоса воздуха из всасывающей системы напорная линия за задвижкой „Лудло" при каждом запуске наполнялась водой при помощи центробежного насоса $d = 75$ *мм*. Для связи с общим фронтом работ на насосной высокого давления был установлен телефон.

Обслуживающий персонал состоял в сутки из 10 человек: двух машинистов, шести пом. машиниста и двух дежурных у щита.

Водопровод. Вода от насосной высокого давления подавалась в металлический сварной магистральный водовод $d = 600$ *мм*, $l = 685$ *м*, уложенный вдоль разрабатываемых карьеров. Для предотвращения разрыва труб



Фиг. 33. Вид насосной станции высокого давления (II подъема) с водоподводящей канавой.

от температурных колебаний на прямом участке водопровода был установлен один сальниковый компенсатор. Вместо вантузов на всей длине водопровода в самых высоких точках были поставлены 3 трубки $d = 38$ *мм* с вентилями, которые во время пуска насосной держались в открытом положении до появления из трубки воды. На самом конце водопровода и напротив карьеров № 3—4 водовод при помощи отводов $d = 200$ *мм* и задвижек „Лудло" был соединен с пульповодом, что обеспечивало нужную в тот или иной момент промывку пульповода, а также позволяло поддерживать в нем необходимый расход жидкости. У каждой такой задвижки постоянно находился рабочий, который по указанию дежурного инженера регулировал степень ее открытия. Около каждой задвижки на магистрали были установлены манометры, по которым можно было ориентировочно судить о расходе воды через гидромониторы.

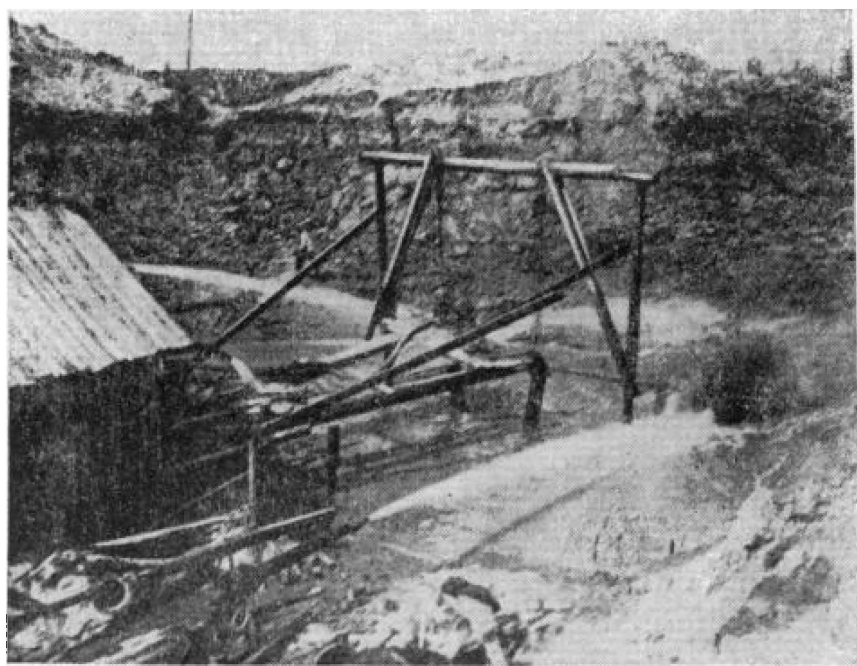
В местах прохождения магистрального водопровода мимо рабочих карьеров к нему были присоединены разводящие трубопроводы $d = 300$ *мм*, $l = 80$—90 *м*, сваренные в стыках. От разводящих водопроводов, начиная от землесосных, шли рабочие водопроводы из фланцевых труб $d = 300$ *мм* к гидромониторам. (Только в последний месяц работы — в ноябре — были получены трубы $d = 200$ *мм*, которые и были уложены на некоторых

землесосных.) За время эксплоатации магистрального и разводящего трубопровода аварий в их работе не было, но мелкие течи в трубах имели место.

Для обслуживания трубопроводов (регулирование задвижками) требовалось в сутки 4 рабочих.

Размыв грунта. Разработка карьеров была запроектирована радиальная в виде окружности с радиусом 75 *м*, в центре которой должна была располагаться землесосная станция. Первоначальный котлован глубиной 8 *м* и радиусом около 30 *м* предполагалось разработать экскаватором ППГ (дреглайн). При центральной установке землесосной станции последующий размыв грунта предполагалось производить концентрическими окружностями при помощи двух гидромониторов „Союззолото" с радиусом действия не более 15 *м*, идя от центра к периферии. Одновременно должен был работать один гидромонитор, а второй — резервный — включается в работу во время передвижки первого.

Учитывая наличие в карьерах крупнозернистых песков, уклон дна забоя был принят в 4%. По проекту предполагалось в каждом карьере разработать около 110 000 $м^3$ и таким образом для намыва тела плотины было достаточно иметь 5 карьеров; однако сверх этого был открыт еще один резервный карьер. В целях сокращения объема подготовительных земляных работ начальные котлованы в действительности были вырыты экскаватором не в центре карьера, а ближе к центральному магистральному водоводу и на глубину не более 5 *м*. В связи с этим пришлось несколько видоизменить и запроектированную схему размыва.



Фиг. 34. Размыв песков гидромонитором.

Размыв грунта производился одним, а иногда и двумя гидромониторами „Союззолото" в зависимости от наличия напорной воды. Большей частью размыв грунта велся встречным забоем и только в отдельных случаях при подгонке пульпы струя направлялась по ходу ее движения. Вследствие неопытности рабочих и недостаточного руководства, а в отдельных случаях и затруднительности поддерживать при крупнозернистом песке нужные размеры траншеи пульпа стекала к зумпфу сплошным потоком, растекаясь по всему забою (фиг. 34).

При явном недостатке перекладных труб удаленность забоев от гидромониторов не выдерживалась и доходила иногда до 25—30 *м* вместо 15 *м* по проекту. Кроме того расстояние от забоя до зумпфа доходило до 120—150 *м*, что вызвало значительный недобор грунта. Почти на всех карьерах после выработки основного забоя пришлось вторично размывать забой на большую глубину, для чего путем удлинения всасывающей трубы зумпф переносился в новое место на расстояние 25—30 *м* от начального его положения. Перенос зумпфа производился: вперед, вправо и влево от землесосной. Только таким способом и удалось при стационарном положении землесосных разработать в каждом карьере максимально возможное количество грунта.

В целях сокращения простоя из-за необходимости удлинения всасывающих труб работу эту старались производить так, чтобы во время

эксплоатации зумпфа в одном положении полностью производилось удлинение всасывающей трубы в последующее положение. Однако на практике такой метод переноса зумпфа из-за недостатка труб и рабочей силы не всегда удавалось применить и в этих случаях простой из-за наращивания всасывающих труб продолжался иногда более суток.

Гидромонитор при разработке грунта устанавливался не на салазках как это обычно было принято, а каждый раз укреплялся неподвижно на специально приготовленном свайном основании и жестко присоединялся к рабочему трубопроводу. Поэтому при передвижке его в новое место приходилось затрачивать много времени на устройство нового основания, а также на разборку и сборку самого гидромонитора, так как последний переносился в разобранном виде. Это в большей степени ограничивало маневренность гидромонитора и безусловно отражалось на эффективности размыва грунта и сопровождалось частыми перестановками гидромонитора, приводившими к излишней затрате рабочего времени.

Диаметр насадки гидромонитора в зависимости от наличия свободной напорной воды применялся различный — от 60 до 110 *мм*, но при непременном условии сохранения давления струи при выходе из наконечника не менее 2,5—3 *ат*.

Давление проверялось помощью манометра, установленного у насадки. Количество грунта, размытого и протранспортированного каждой землесосной, характеризуется следующими данными.

№ землесосных	Количество размытого грунта в $м^3$	Число дней работы землесосов	Выработка на 1 землесосо-день в $м^3$
1	120 621	118	1 020
2	128 507	186	690
3	100 528	156	645
4	95 842	257	370
5	60 865	201	300
Всего	506 363	918	Средн. выраб. 551

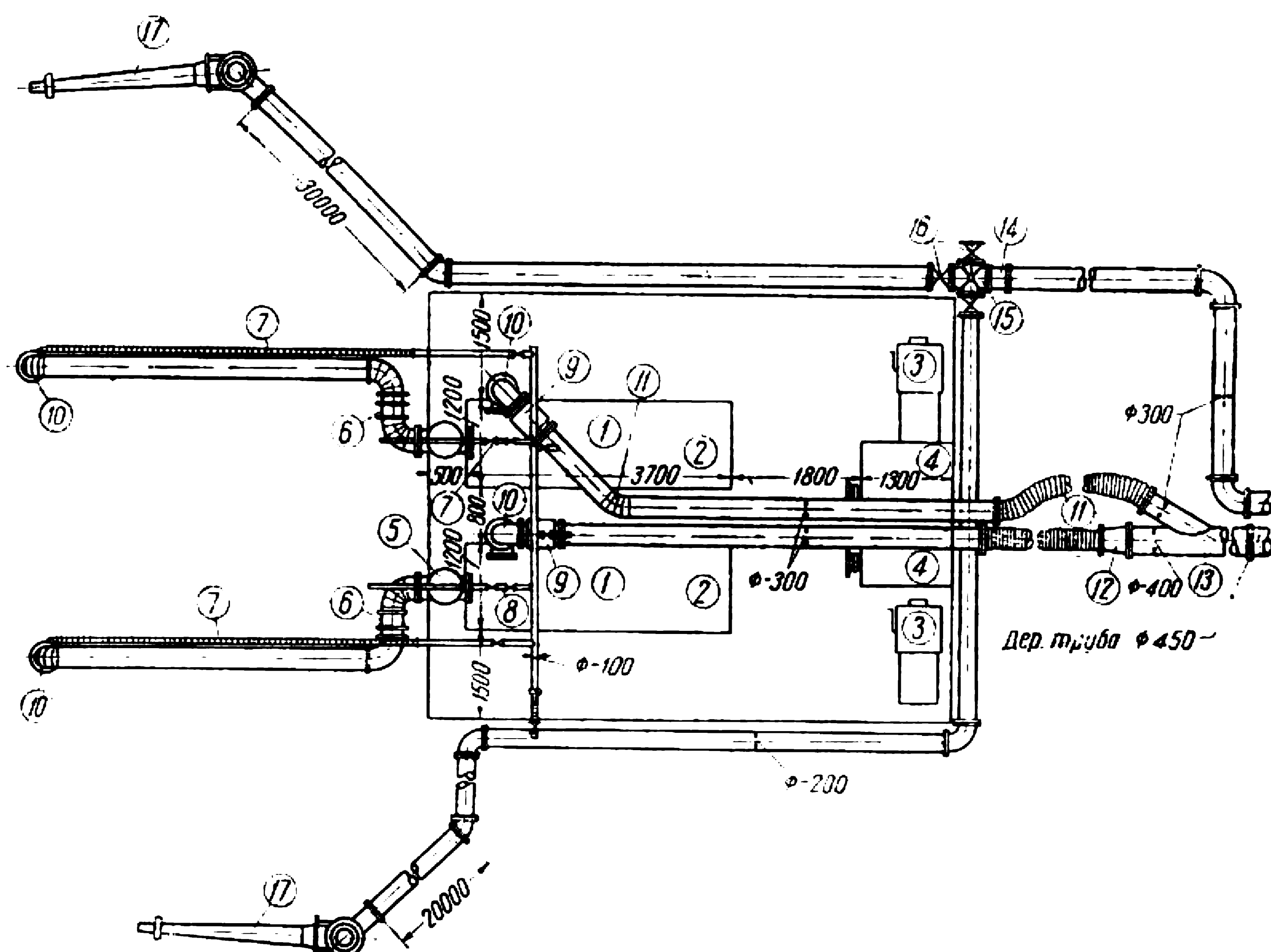
Обслуживающий персонал на размыве грунта при каждой землесосной состоял в сутки из 16 человек: 4 — гидромониторщика; 2 — зумпфовщика, 2 — на задвижке „Лудло“, 2 — на очистке забоя и 6 подсобных рабочих. Перестановки гидромониторов и удлинение всасывающих труб периодически производила дополнительная бригада в составе 10—15 человек.

В первые месяцы из-за неопытности рабочих было затрачено много времени на освоение методов размыва грунта. Только в последние два месяца рабочие приобрели необходимый навык, и работа пошла успешнее.

Землесосные станции. Для транспортирования пульпы к месту укладки было построено 6 землесосных станций, из которых 4 (1, 2, 3 и 4) (фиг. 35, 36) были оборудованы землесосами МВС $Q = 800$ *м³/час*, $H = 30$ *м*, по два землесоса на каждой, а на двух (5 и 6) было установлено по одному землесосу завода им. Калинина $Q = 800$ *м³/час*, $H = 30$ *м*.

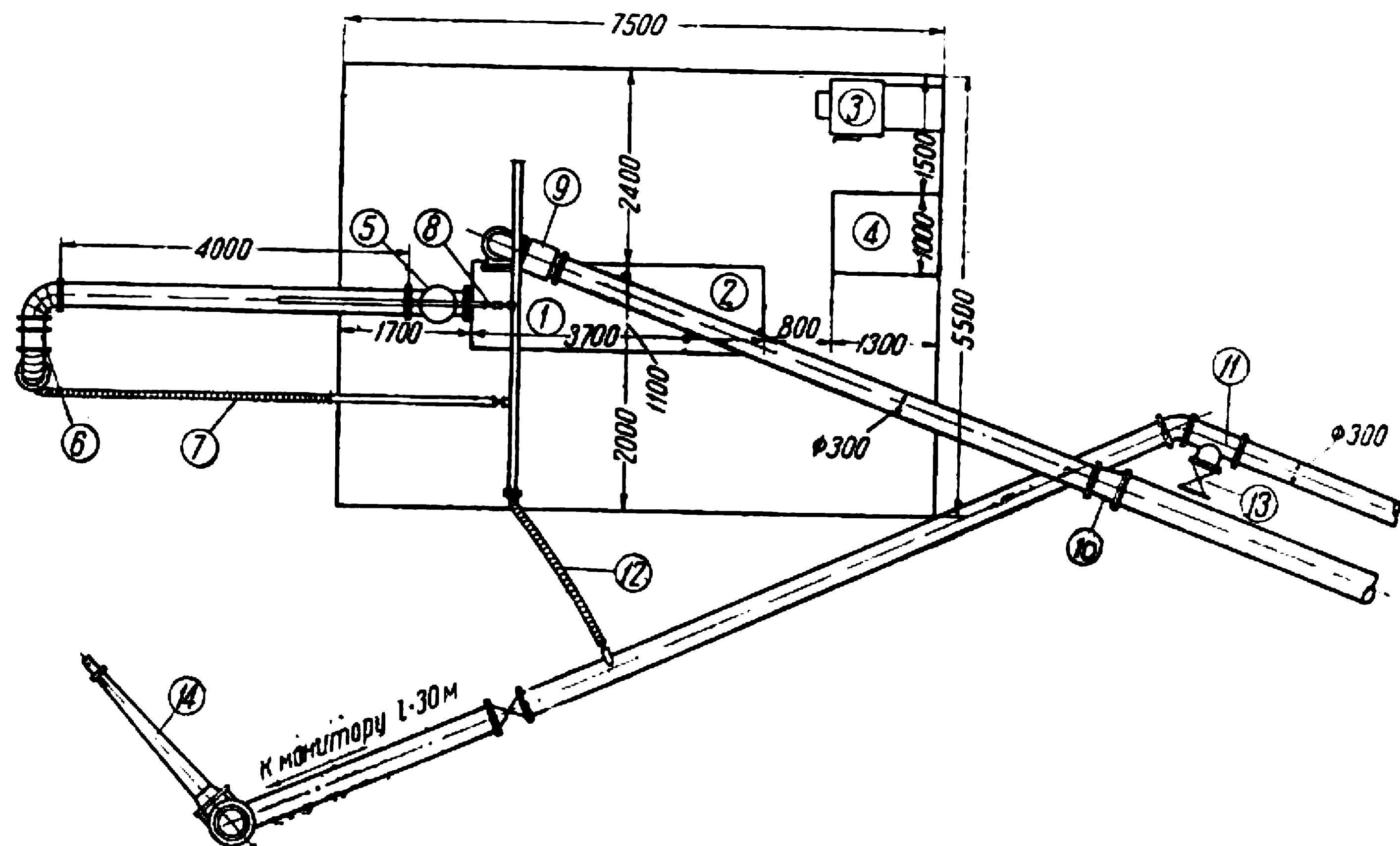
Здания землесосных — каркасного типа с дощатой обшивкой. Фундаменты землесосов состояли из свай, забитых на глубину до 3 *м* и сверху скрепленных продольными насадками и поперечными схватками. На фундаментах устанавливались металлические сварные рамы, на которых монтировались землесосы с моторами 300 *квт*, 6 000 *в*, соединенные между собою эластичными муфтами. Весь фундамент до рамы засыпался грунтом с плотной утрамбовкой.

Всасывающая линия землесоса состояла из железных труб $d = 300$ *мм*. Для подъема и опускания всасывающей трубы на ней непосредственно у землесоса ставился сальниковый шарнир *б*, допускающий вращение всасывающей линии в вертикальной плоскости. Позднее, при удлинении всасывающих труб, этот шарнир устанавливался в конце всасывающей линии, в месте соединения ее с вертикальным патрубком. Подъем и опу-



Фиг. 35 Схема расположения основного оборудования землесосной установки № 1 при намыве Иваньковской плотины:

1 — землесос МВС $Q = 800$ *м³/час*, $H = 30$ *м*; *2* — электромотор 300 *квт*, 6 000 *в*, 730 об/мин; *3* — реостат мотора 300 *квт*; *4* — пусковой ящик ЯЖ-14; *5* — смотровой люк; *6* — сальниковый шарнир; *7* — подмывное устройство; *8* — эжектор; *9* — обратный клапан; *10* — всас землесоса; *11* — гибкий шланг; *12* — переходный патрубок 300 × 450 *мм*; *13* — косой тройник; *14* — переходный патрубок 200 × 300 *мм*; *15* — крестовина 200 × 200 × 200 × 200 *мм*; *16* — задвижка „Лудло" $d = 200$ *мм*.



Фиг. 36. Схема расположения основного оборудования землесосной установки № 2 при намыве Иваньковской плотины:

1 — землесос завода им. Калинина $Q = 800$ *м³/час*, $H = 30$ *м*; *2* — мотор 300 *квт*, 6 000 *в*, 730 об/мин; *3* — реостат к мотору 300 *квт*; *4* — пусковой ящик ЯЖ-14; *5* — люк для прочистки землесоса; *6* — сальниковый шарнир для подъемов всасывающей трубы; *7* — гибкий шланг для подмывного устройства; *8* — эжектор; *9* — обратный клапан $d = 300$ *мм*; *10* — переход 300 × 450 *мм*; *11* — тройник $d = 300$ *мм*; *12* — гибкий шланг $d = 50$ *мм*; *13* — задвижка „Лудло" $d = 300$ *мм*; *14* — гидромонитор „Хэнди".

скание всасывающей трубы производились при помощи 3-*т* тали, подвешенной на треноге, установленной над зумпфом.

Для заглубления зумпфа и предотвращения замыва всасывающего патрубка каждая всасывающая труба оборудовалась специальным подмывным устройством. От напорной водопроводной линии с помощью гибкого шланга $d = 100$ *мм* шла труба $d = 75$ *мм*, оканчивавшаяся наконечником $d = 25$—30 *мм* и укреплявшаяся на вертикальном всасывающем патрубке таким образом, чтобы конец ее был ниже входной кромки всасывающей трубы на 100—200 *мм*. Регулирование расхода воды через подмывное устройство производилось задвижкой „Лудло" или вентилем, установленным в месте присоединения гибкого шланга с напорным водопроводом.

Непосредственно за всасывающим патрубком землесоса, как правило, был устроен люк с крышкой 5 для очистки корпуса землесоса и рабочего колеса от случайно попавших камней. В большинстве случаев такой способ удаления камней был удачен и не занимал много времени. Однако бывали случаи, когда через люк не удавалось вытащить застрявший предмет и тогда приходилось отбалчивать всасывающую линию и снимать переднюю крышку землесоса, на что затрачивалось не менее 1—1,5 часа.

Непосредственно за напорным патрубком землесоса был установлен обратный клапан $d = 300$ *мм*, необходимый для разъединения камеры землесоса от общей напорной линии при параллельной работе землесосов в общий пульповод.

Запуск землесоса производился или водяным эжектором или путем пропуска пульпы из напорной линии через обратный клапан и землесос. К последнему способу пуска как более надежному машинисты прибегали чаще, чем к первому, причем при этом способе пуска вал землесоса до включения мотора притормаживался доской, чтобы не допускать его вращения в обратную сторону. Разумеется, такой пуск землесоса технически правильным ни в какой мере назвать нельзя.

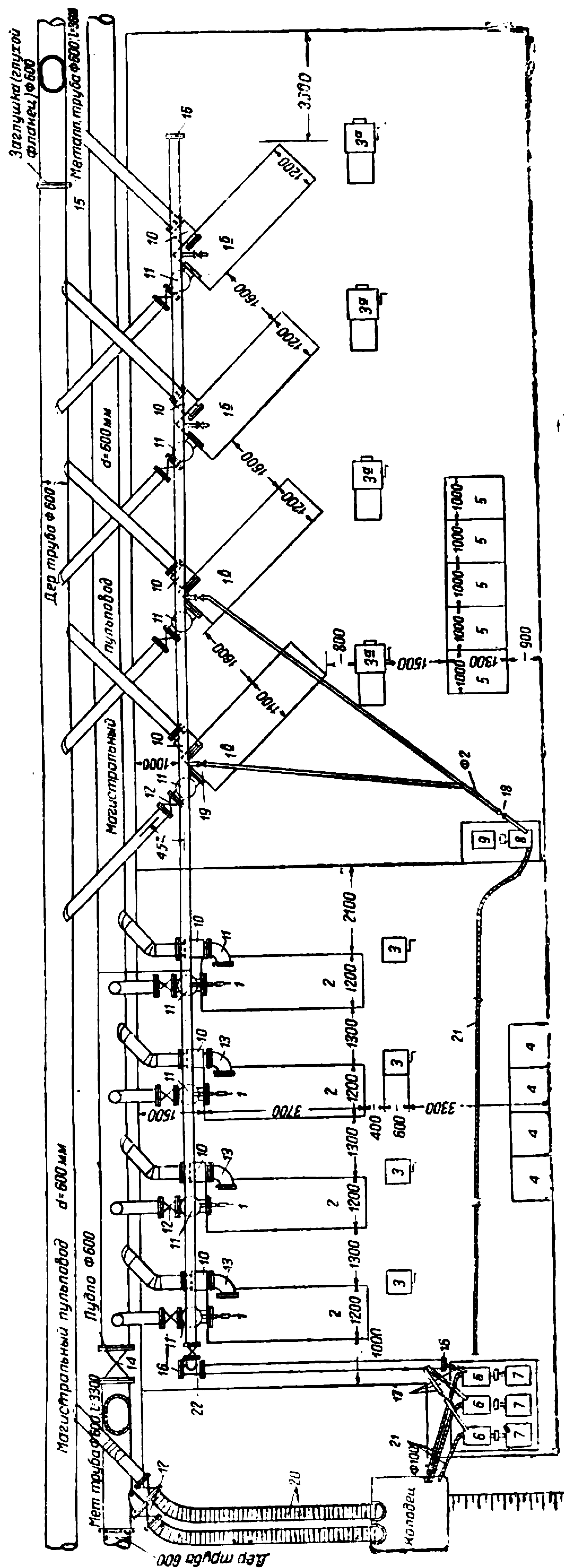
Почти за все время эксплоатации землесосы на карьерах № 1, 2, 3 и 4 работали параллельно. От каждой группы землесосов их напорные пульповоды присоединялись к общему магистральному пульповоду. В связи с тем, что напор, развиваемый землесосами, работавшими в наиболее отдаленных карьерах № 1 и 2, был недостаточен для нормального транспортирования пульпы, пришлось на этих карьерах землесосы соединить последовательно.

В первых числах сентября 1936 г. при намыве плотины выше отм. 114,5 ввиду недостаточности напора землесосов была смонтирована первая очередь перекачивающей землесосной станции от карьеров № 1 и 2, в которой были установлены 4 землесоса МВС $Q = 800$ *м*³/*час*, $H = 15$ *м* с моторами 140 *квт*, 380 *в*. Пульпа из четырех ответвлений магистрального пульповода поступала в соответствующие всасывающие патрубки четырех землесосов перекачивающей станции и по напорным линиям перекачивающих землесосов вновь поступала в магистральный пульповод.

В начале октября была смонтирована вторая очередь перекачивающей землесосной станции от карьеров № 3 и 4, которая также состояла из четырех землесосов — из них 2 МВС $Q = 800$ *м*³/*час*, $H = 30$ *м* и 2 завода им. Калинина $Q = 800$ *м*³/*час*, $H = 30$ *м* с моторами 300 *квт*, 6 000 *в* (фиг. 37).

Землесос карьера № 5 был присоединен к магистральному пульповоду от карьера № 1 и 2, а землесос карьера № 6 был присоединен к обеим магистралям, так что при желании мог работать в ту или иную магистраль.

Так как карьеры № 5 и 6 были расположены на 0,5 *км* ближе к перекачивающей станции, чем карьеры № 1 и 2, то естественно, что установленные на них землесосы завода им. Калинина работали с меньшим напором, а следовательно и давали большую производительность. Кроме того увеличению производительности землесосов завода им. Калинина



Фиг. 37. Схема расположения основного оборудования землесосной перекачивающей станции:

1 — землесос МВС $Q = 800$ *м³/час*, $H = 15$ *м*; *1б* — землесос МВС $Q = 800$ *м³/час*, $H = 30$ *м*; *1в* — землесос завода им. Калинина $Q = 800$ *м³/час*, $H = 30$ *м*; *2* — мотор 140 *квт*, 380 *в*, 585 об/мин; *2а* — мотор 300 *квт*, 600 *в*, 730 об/мин; *3* — реостат к моторам 150 *квт*, *3а* — реостат к моторам 300 *квт*; *4* — масляный выключатель ВМ-5; *5* — пусковой ящик ЯЖ-14; *6* — центробежный насос шестиступенчатый, $Q = 54$ *м³/час* $H = 100$ *м*; *7* — мотор шестиступенчатого насоса 35 *квт*, 380 *в*, 1 450 об/мин; *8* — центробежный насос трехступенчатый, $Q = 87$ *м³/час*, $H = 50$ *м*; *9* — мотор к трехступенчатому насосу 29 *квт*, 380 *в*, 1 450 об/мин; *10* — обратный клапан $d = 300$ *мм*; *11* — смотровой люк; *12* — задвижка „Лудло" $d = 300$ *мм*; *13* — колено $< 90°$, $d = 300$ *мм*; *14* — задвижка „Лудло" $d = 600$ *мм*; *15* — заглушка $d = 600$ *мм*; *16* — заглушка $d = 200$ *мм*; *17* — задвижка „Лудло" $d = 100$ *мм*; *18* — вентиль 50 *мм*; *19* — вентиль 38 *мм*; *20* — резиновый шланг $d = 300$ *мм*; *21* — резиновый шланг $d = 4''$.

способствовали и конструктивные его особенности, а именно: всасывающий патрубок у землесосов завода им. Калинина был цилиндрический диаметром 300 *мм*, а у землесосов МВС — конический с входным диаметром 200 *мм*[1].

При различной производительности землесосов завода им. Калинина и МВС часто наблюдались перебои в параллельной их работе, что отражалось как на суточной, так и часовой производительности всей установки. Обычно наблюдалось, что пуск землесоса завода им. Калинина во время установившейся работы землесосов МВС срывал работу последних, после чего запуск землесосов МВС параллельно с землесосами завода им. Калинина не сразу удавался. Выпадение же из параллельной работы землесосов завода им. Калинина также с о п р о в о ж д а л о с ь срывом работы землесосов МВС.

Еще до пуска перекачивающей землесосной станции при намыве плотины на отм. 113—115 напора, развиваемого землесосами МВС, оказалось недостаточно, вследствие чего последние работали с большой перегрузкой, сопро-

[1] Подробно см. гл. V и VI.

вождавшейся неоднократной поломкой валов. Поэтому пришлось, как уже указано было выше, в середине ноября землесосы на карьерах № 1 и 2 соединить последовательно, после чего поломка валов прекратилась.

Износ корпусов и рабочих колес был также достаточно велик. За время работы землесосов — за 918 землесосо-дней — было полностью изношено 10 корпусов и около 30 рабочих колес, т. е. в среднем один корпус пропустил до 50 000 *м*³ грунта и на одно рабочее колесо пришлось около 16 000 *м*³ грунта.

Рабочая мощность всех землесосных, включая и перекачку, составляла 4 680 *квт*. Для обслуживания одной землесосной станции, состоящей из двух землесосов, в среднем в сутки требовалось 8 человек, из них 2 машиниста, 4 пом. машиниста и 2 смазчика.

От землесосных станций пульпа через напорный пульповод, смонтированный из звеньевых деревянных труб $d = 450$ *мм*, подавалась в непрерывный магистральный пульповод, состоящий из двух ниток, уложенных вдоль рабочих карьеров до перекачивающей землесосной и далее до разводящей сети, из которой производился намыв.

На своем пути магистральный пульповод пересекал подводящий канал — так называемое новое русло Волги, будучи уложен на деревянной эстакаде ($H = 12$ *м*) $L = 210$ *м* с пролетами 21—24 *м*. Общая длина одной нитки магистрального пульповода от карьеров № 1—2 до места намыва составляла 1 550 *м*. Каждая нитка магистрального пульповода $d = 600$ *мм* была собрана из деревянных клепок, схва́ченных специальными металлическими бандажами $d = 16$ *мм*. Число бандажей по длине пульповода ставилось различное в зависимости от напора в нем — от 7 до 12 шт. на 1 *пог. м*, в среднем около 9 бандажей на 1 *пог. м*. Для выпуска воздуха, попадающего в пульповод, как уже отмечено, на повышенных местах его были установлены воздухоотводящие трубки.

Течь в трубах клепочного пульповода за все время их эксплоатации наблюдалась лишь к концу работы в одном месте на участке длиной до 1 *м*, что можно объяснить ослаблением бандажа.

в) Намыв плотины

Для осуществления намыва тела плотины зимой 1936 г. со льда были установлены в русле Волги 12 ряжей на взаимном расстоянии 10 *м* для устройства эстакады с узкоколейной железной дорогой, с отметкой верха бычков 110,0 *м*. До весеннего паводка ряжи были загружены камнем и одновременно в этот же период до отм. 108,0 был отсыпан каменный банкет. Дальнейшая отсыпка каменного банкета до отм. 113,5 производилась с мая до ноября 1936 г., параллельно с намывом плотины, а окончательная отсыпка его до проектной отметки 114,5 была закончена в феврале 1937 г. Для отсыпки банкета употреблялся разной крупности камень, который доставлялся с правого берега по упомянутой узкоколейной железной дороге, уложенной на отм. 113,5.

Намыв Волжской плотины производился тремя способами:

1) начальный намыв в воду из концов труб $d = 450$ и $d = 350$ *мм* и из дыр в стенках трубопроводов;

2) намыв из крупных выпусков $d = 450$ и $d = 300$ *мм* и

3) намыв из мелких выпусков $d = 150$ *мм*.

Первый способ — намыв в воду из конца пульповода — был применен в начале работ. 22 июня 1936 г. из двух ниток звеньевого трубопровода $d = 350$ *мм*, уложенных на отм. —109,0—111,5, с верховой стороны левого берега был начат намыв в воду. Намыв велся одновременно из обеих труб, эстакады которых были параллельны оси плотины.

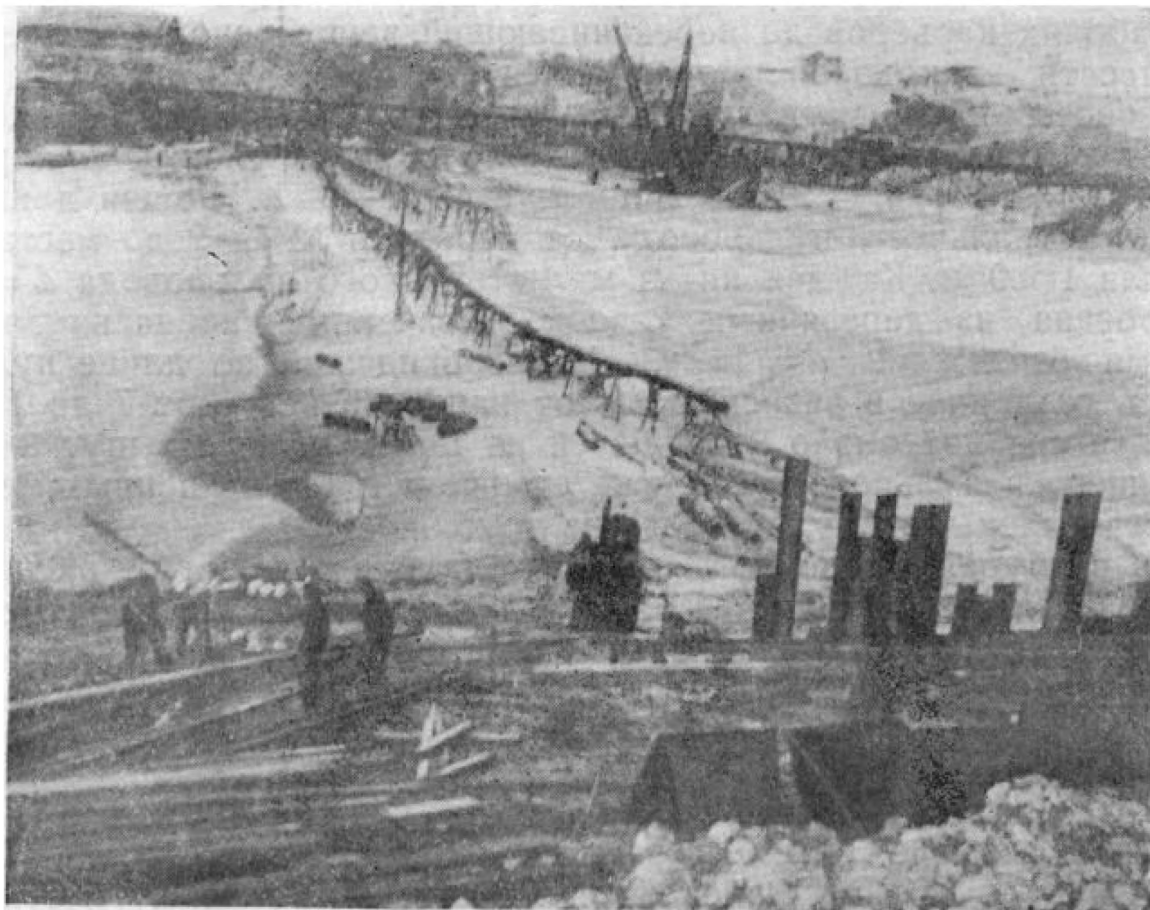
Первая труба — на отм. 109,0 — несколько опережала другую на 15—25 *м* и так как она была присоединена у дна магистрального пуль-

повода, то по ней шла густая пульпа в отличие от сравнительно жидкой пульпы, транспортировавшейся по трубе, уложенной на отм. 111,5 и присоединенной к магистральной трубе на более высокой отметке, нежели первая труба.

Процесс намыва в воду был весьма прост и не требовал почти никакого наблюдения. Наращивание эстакады и пульповодов производилось по мере намыва (фиг. 38).

После того, как все русло Волги было перегорожено, первый пульповод был разобран, а во втором были сделаны боковые отверстия $d = 40 - 70$ *мм*, через которые продолжался намыв примерно до отм. — 111,0.

Песок для намыва верховой перемычки вначале подавался с карьера № 1, а с 10 июля и с карьера № 2. Отметки дна забоев и оси выходного отверстия первого пульповода были почти одни и те же.



Фиг. 38. Намыв первоначальной перемычки через Волгу из труб $d = 350$ *мм*.

Одновременно с намывом верховой перемычки производилась укладка рабочего пульповода из звеньевых деревянных труб $d = 450$ *мм* с низовой стороны на эстакаде, с которой производилась насыпка каменного банкета на отм. 113,5 (фиг. 39). Пульповод имел 4 выпуска $d = 450$ *мм*, работавших каждый в отдельности. Регулировка подачи пульпы в тот или иной выпуск производилась с помощью обратных клапанов. Выпуск пульпы производился прямо в воду на участке между банкетом и металлическим шпунтом, забивка которого производилась эскаватором „Менк" с левого берега.

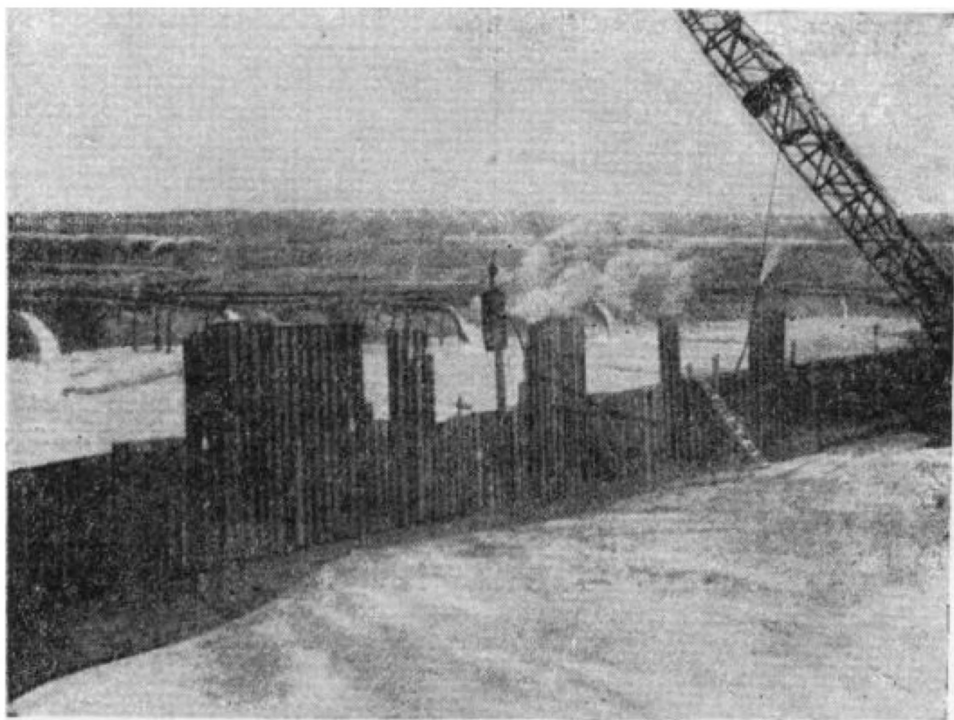
До 10 августа 1936 г. намыв производился одновременно с двух сторон — с верховой из трубы $d = 350$ *мм* с отм. 111,5 и с низовой с отм. 113,5. Для этого периода намыва характерна его сравнительная простота, так как поступавшая в воду пульпа неизменно укладывалась в профиль намываемого сооружения.

В первой половине августа от второй магистрали были уложены пульповоды из деревянных труб $d = 450$ *мм* вдоль низового откоса на эстакаде банкета на отм. 114,5, а вдоль верхового на отм. 116,0. С низовой

стороны второй пульповод имел 4 выпуска $d = 450$ *мм*, расположенных в шахматном порядке по отношению к выпускам первого пульповода, а вдоль верховой стороны выпусков не было и намыв производился прямо из трубы — с торца и из боковых отверстий. По окончании монтажа этой части пульповодов в середине августа начали работать два землесоса МВС на карьере № 3, а в конце августа вступили в работу еще два землесоса МВС на карьере № 4. Вторая группа четырех землесосов, так же, как и первая, работали параллельно в свой пульповод.

Осветленная вода в начальный период — после намыва верховой перемычки через Волгу — уже уходила через банкет, с верховой стороны которого было уложено 2 слоя фильтра. После того как вдоль всего банкета был намыт песок и фильтрация через банкет значительно уменьшилась, отвод воды начали производить через боковой водослив у правого берега.

Второй способ намыва — намыв из крупных выпусков. После того как было замыто все пространство между верховой перемычкой и банкетом примерно до отм. 109,0, намыв продолжался до отм. 115,0—116,0 из крупных выпусков со стороны нижнего и из конца пульповода со стороны верхнего бьефов. В этот период посредством намыва подготовлялся фронт работы экскаватору „Менк", забивавшему металлический шпунт (фиг. 39).



Фиг. 39. Намыв из труб $d = 450$ *мм*, уложенных на каменном банкете (на переднем плане забивка металлического шпунта).

Последнее обстоятельство чрезвычайно усложняло работу по намыву и впредь одновременные работы по намыву и забивке шпунта не следует производить.

В связи с одновременностью намыва и забивки шпунта намыв из крупных выпусков требовал применения весьма сложных струенаправляющих устройств, которые позволяли бы направлять поток пульпы, а следовательно и производить намыв в нужных местах.

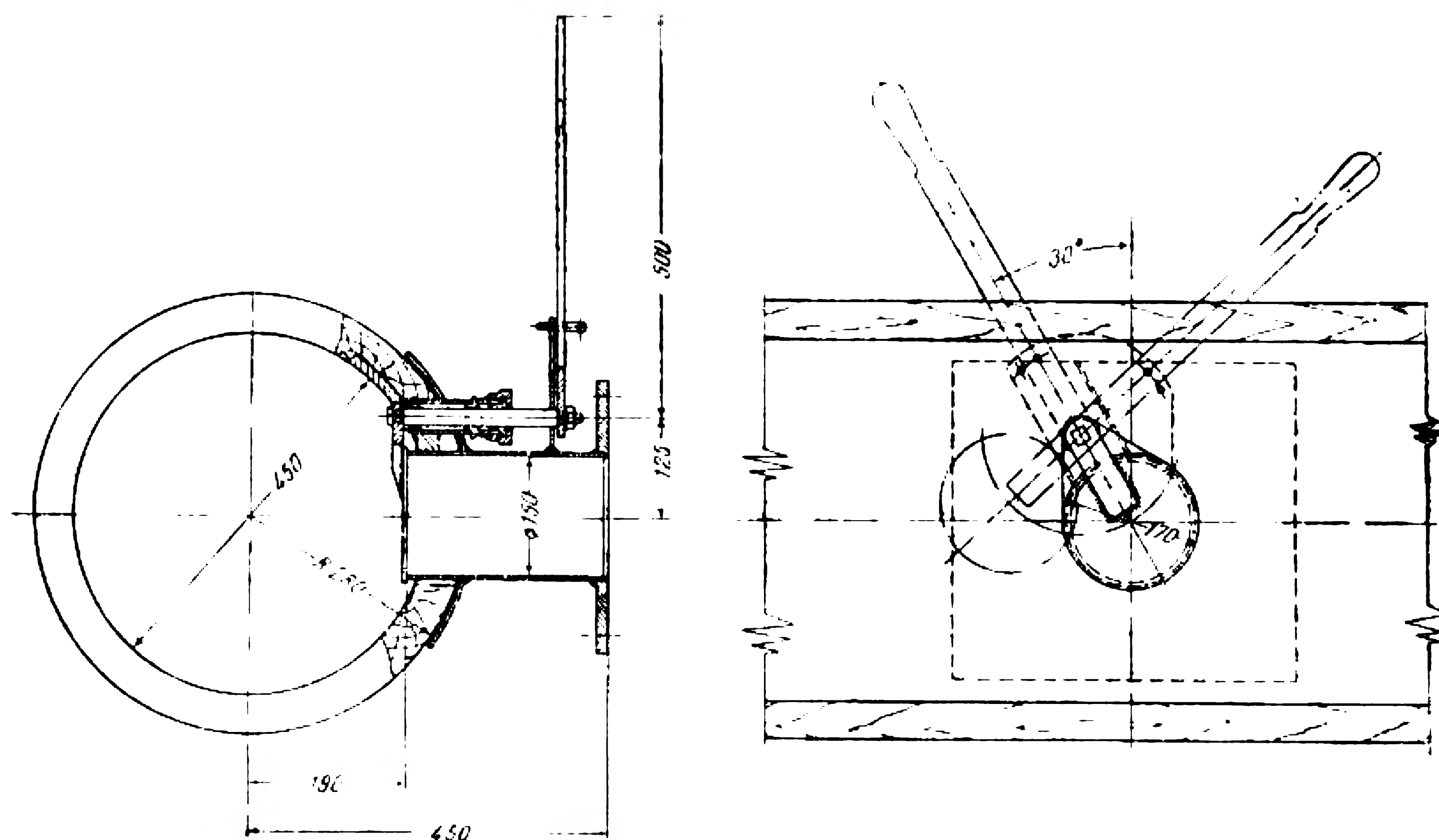
Регулирование намыва осуществлялось с помощью переносных деревянных щитов длиной около 4—5 *м* при высоте 0,5—0,6 *м*. Часть этих щитов устанавливались вдоль ограждающих дамбочек для предохранения их от размыва.

Маневрирование потоком пульпы с расходом $Q = 0{,}5$ $м^3/сек$ осложнялось применением обратных клапанов взамен нормальных задвижек „Лудло"[1]. Последние хотя и имеют ряд дефектов, однако обратные клапаны, как и следовало ожидать, оказались совершенно непригодны в качестве задвижек, так как полностью забивались грунтом и открытие или закрытие клапана могло быть произведено только лишь после вскрытия клапана и очистки его от грунта. Кроме того клапаны пропускали пульпу.

Подобный способ открывания клапана с отбалчиванием крышки,

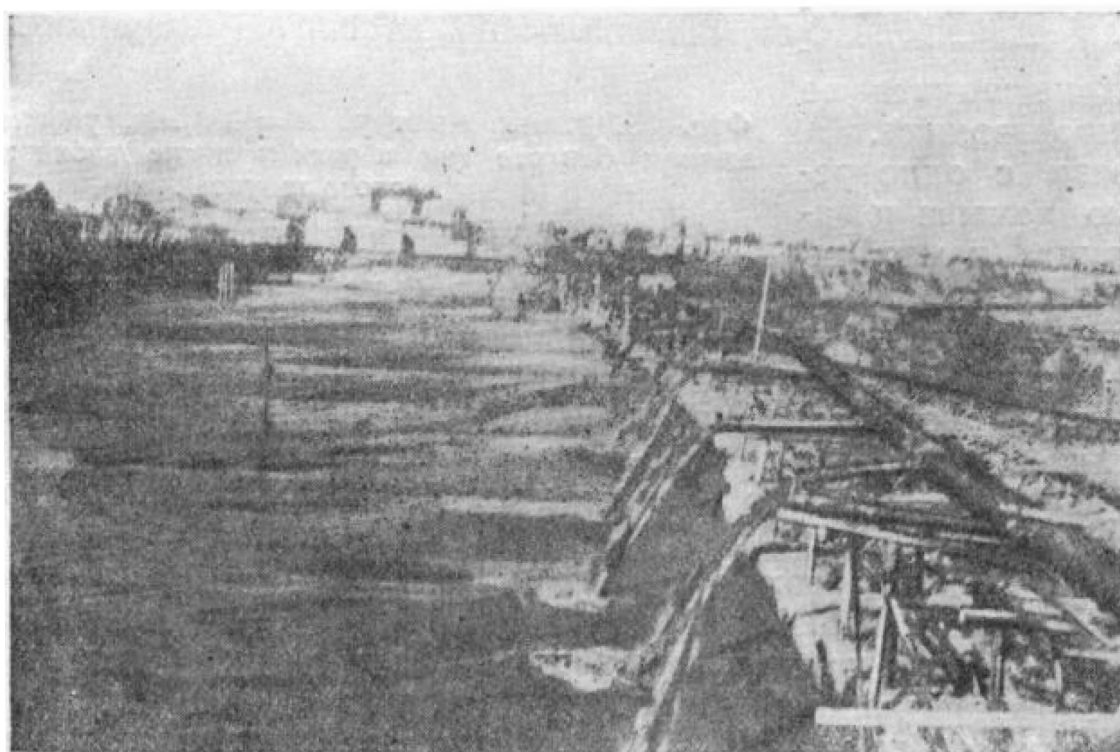
[1] Для улучшения работы задвижек „Лудло" на пульпе инж. Малов предлагает их несколько видоизменить. См. ниже.

очисткой вручную камеры клапана от песка и с последующим прибалчиванием крышки требовал много времени: от 4—5 час. до полной смены, причем на это время приходилось останавливать работу соответствующих землесосных станций.



Фиг. 40. Шиберная задвижка $d = 150$ *мм*. Задвижка ставится на деревянную трубу пульповода в собранном виде и крепится к нему посредством хомутов с прокладкой пакли или резины между фланцем задвижки и трубой. Задвижка открывается и закрывается рычагом.

Третий способ намыва — намыв из мелких выпусков — $d = 150$ *мм* был применен до отм. 124,0. Мелкие выпуски были установлены через 10—15 *м*. Они позволили более равномерно распределять пульпу по



Фиг. 41. Намыв из мелких выпусков ($d = 150$ *мм*).

фронту намываемого сооружения. Регулирование работы мелких выпусков осуществлялось путем открытия и закрытия их шиберной задвижкой (фиг. 40). К тому же и маневрирование потоком каждого выпуска в отдель-

ности с расходом около 25—50 *л/сек* было значительно проще маневрирования потоком с расходом более 500 *л/сек*, а случившиеся прорывы ограждающих дамбочек не приводили к выносу грунта, так как простым поворотом рукоятки задвижки выпуск пульпы в угрожающем месте прекращался (фиг. 41, 42 и 43).

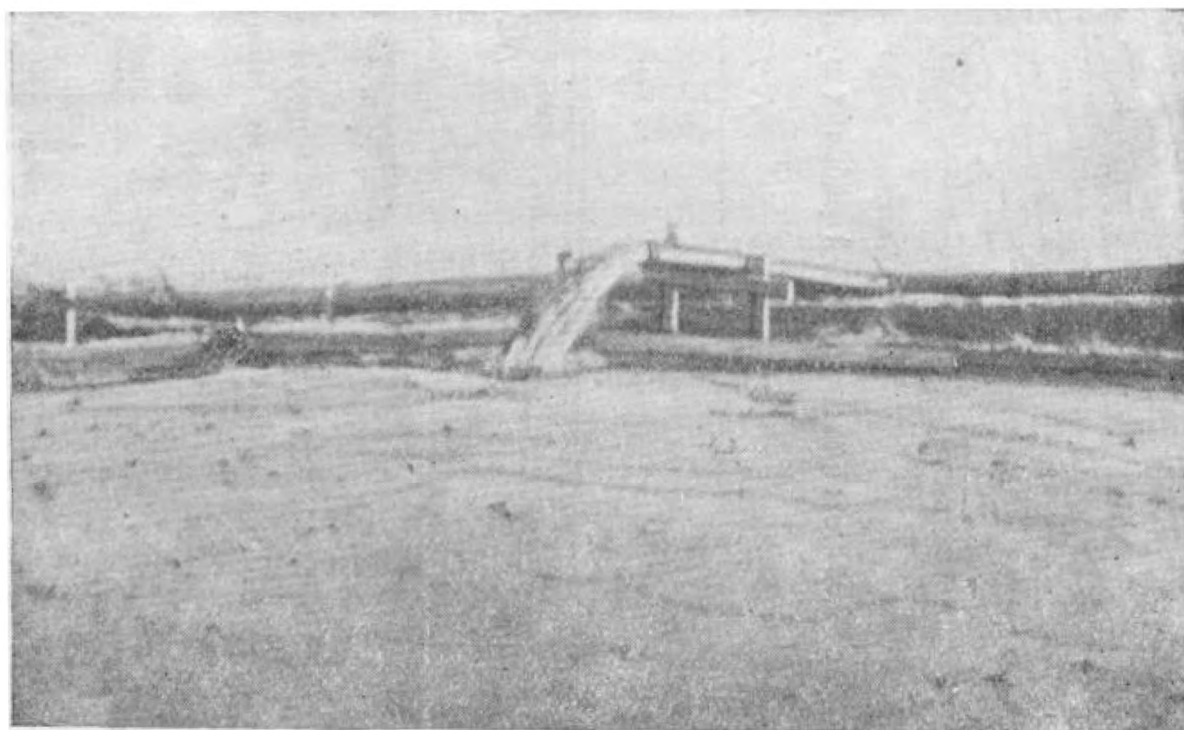
Применение мелких выпусков, наращиваемых по ходу намыва, показало полную пригодность такого способа намыва. Конструкция затвора требует некоторого улучшения, затвор нередко заедало как при открывании, так и при закрывании, отчего иногда приходилось выпуски забивать деревянными пробками. Кроме того неплотность затворов приводила к заилению всего выпуска, для очистки которого требовалось разбирать все звенья труб $d = 150$ *мм* и выбивать из них грунт постукиванием кувалды или топора.



Фиг. 42. Намыв из мелких выпусков ($d = 150$ *мм*).

Необходимо отметить также частое засорение мелких выпусков травой и камнями, что выводило из строя затворы. Устранение этих явлений достигалось тщательной очисткой карьеров от растительного слоя, а также путем устройства гидровашгердов, с помощью которых полностью удалялись камни.

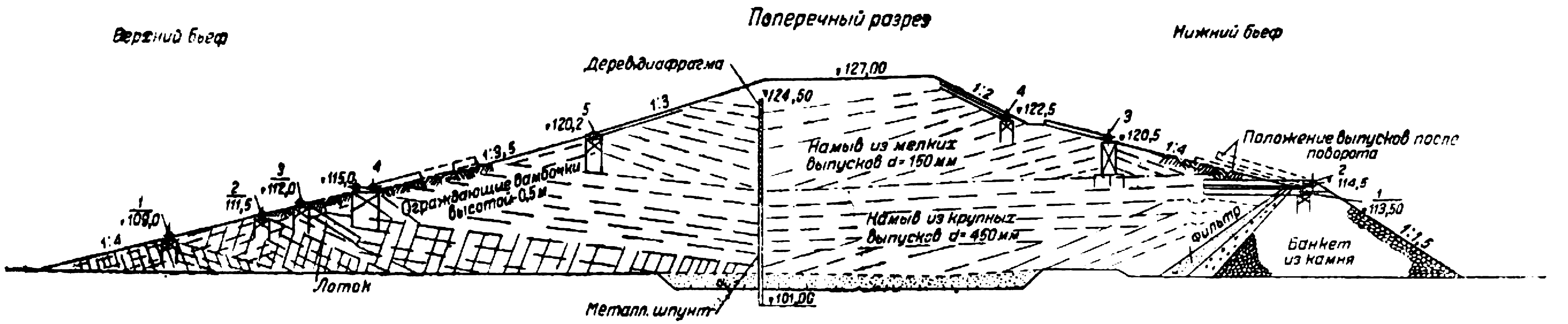
Последовательное положение пульповодов при намыве плотины показано на фиг. 44.



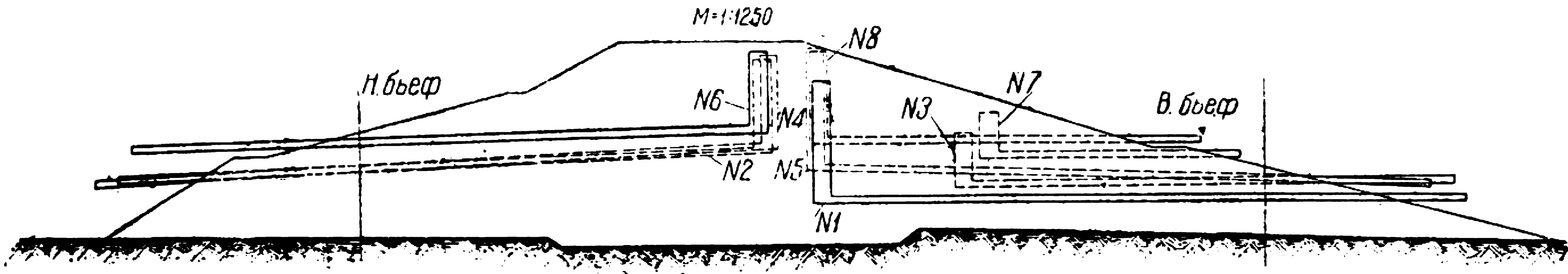
Фиг. 43. Намыв из мелких выпусков.

Для более равномерного намыва между выпусками на последние иногда надевали деревянные тройники, укреплявшиеся к трубам с помощью строительной скобы. Этот же способ применялся для скрепления звеньев труб $d = 150$ *мм* при их наращивании.

Применение тройников позволяло рассредоточить струю и замывать



Фиг. 44. Схема последовательных положений рабочих пульповодов при намыве Иваньковской плотины (поперечный разрез).



Фиг. 45. Схема расположения шахтных колодцев при намыве Иваньковской плотины.

Отметки шахтных колодцев (нумерация колодцев соответствует порядку их устройства):

№ п п	Отметки в м	
	верха колодца	дна колодца
1	117,00	109,43
2	124,00	111,05
3	115,50	110,62
4	124,00	111,46
5	117,50	112,43
6	124,00	117,60
7	123,50	118,24
8	123,00	118,00

углубления между выпусками, а также предотвращало отгон пульпы непосредственно к диафрагме, когда намыв производился на отметках свыше 120,0 *м*, и ширина поверху плотины значительно сократилась.

Детали процесса намыва. При намыве плотины на отметках выше 115,0 *м*, имел место ряд неудобств, связанных с установкой деревянной диафрагмы. Как уже отмечалось выше, металлический шпунт, начиная с отметок выше 113,0 *м*, был заменен деревянной диафрагмой. Последнюю вопреки проекту устанавливали, не оставляя никаких отверстий или окон, и тем самым делили плотину по ее длине на 2 части.

Между тем практика показала совершенную необходимость этих окон или отверстий, почему их пришлось в спешном порядке вырубать в уже установленной диафрагме[1]. С сужением фронта намыва последний велся весьма неравномерно как по длине плотины, так зачастую и по стенам диафрагмы, а именно: с верховой стороны намыв велся интенсивнее[2] и диафрагма начинала работать как подпорная стенка, что могло вызвать нежелательный изгиб диафрагмы. Только благодаря прорубке окон, через которые грунт начинал поступать и по другую (низовую) сторону диафрагмы, удалось продолжать намыв, не повалив диафрагмы.

Сброс осветленной воды, производившийся вначале, через боковой водослив в правом берегу, начиная с намыва на отм. 110,0 и выше, осуществлялся через шахтные водоспуски или колодцы размерами $1{,}25 \times 1{,}25$ с водоотводной трубой $d = 450$ *мм*, устроенные по оси плотины на расстоянии 80—100 *м* друг от друга. Всего было установлено 8 колодцев, последовательное положение которых по высоте показано на фиг. 45.

При эксплоатации шахтных водоспусков главное внимание обращалось на предохранение колодцев от попадания в них лесного материала и всякого мусора, быстро засорявших выходное отверстие спускной трубы. При таком засорении колодцев приходилось частично или полностью прекращать намыв, спускать всю воду отстойных прудков и приступать к очистке колодца, для чего внутрь колодца спускался рабочий. Особенно быстро закупоривалась спускная труба колодца при попадании в шахту коротких, широких досок, которые давлением воды плотно прижимались к выходному сечению трубы и вытащить их без опорожнения колодца не представлялось возможным.

Наращивание колодцев производилось постепенно по мере намыва, причем когда глубина колодца доходила до 4—5 *м*, колодец изнутри укреплялся распорками, предотвращающими обрушение стенок. Первоначально предполагали по достижении глубины в колодце 4—5 *м* устраивать новые колодцы, а старые вместе с водоотводными трубами извлекать из тела плотины.

Однако ввиду отсутствия достаточного фронта работ для намыва (о чем уже упоминалось) операция извлечения колодцев потребовала бы прекращения работы по намыву. Поэтому старались использовать колодцы по возможности до конца намыва. Это привело к тому, что к концу намыва водоотводные трубы оказались на большой глубине в сооружении.

Учитывая огромную важность сооружения, руководство строительством дало указание извлечь все трубы из тела сооружения, что и было выполнено в зимних условиях при работе открытым траншейным способом. Естественно, что обратная засыпка траншей в зимних условиях была

---

[1] Все окна в диафрагме по окончании намыва были заделаны.

Примечание редколлегии. Вряд ли окна целесообразны как метод, следовало бы установить более тщательный контроль за ходом намыва, добиваясь равномерного намыва с обеих сторон диафрагмы.

[2] С верховой стороны диафрагмы фронт намыва был уже, чем с низовой, между тем по пульповоду с верховой стороны пульпа поступала равномернее и в большем количестве, нежели по пульповоду с низовой стороны.

нежелательна, однако благодаря тщательно проведенным работам качество плотины от извлечения труб и обратной засыпки траншей не пострадало.

В процессе намыва плотины главное внимание обращалось на равномерное по толщине отложение грунта по всей площади рабочего участка. Это требовало располагать выпуски на начальных участках рабочих пульповодов на одинаковом расстоянии один от другого и уменьшать расстояния между ними по мере удаления фронта намыва от места подачи грунта. Расстояние между малыми выпусками, как уже указывалось, колебалось от 15 до 6 *м*. Другой способ регулирования равномерности толщины намываемого слоя заключался в направлении пульпы в нужные места при помощи отбойных переносных щитов, применявшихся также и при намыве из крупных выпусков. Наконец третий способ регулирования осуществлялся при помощи простого выключения или включения в работу тех или иных выпусков.

При намыве наблюдались, почти как правило, оползни откосов плотины в местах сопряжения намываемой части с материковым грунтом, а также при интенсивном росте намываемого откоса. Прекращение оползней достигалось тем, что на оползающих откосах делали пригрузку из гравия, образуя тем самым как бы обратный фильтр. При наличии такой гравийной пригрузки вода беспрепятственно отфильтровывалась из тела намытого сооружения, а песок не выносился, так как удерживался гравием, что и предохраняло откос от дальнейшего оползания.

Намыв плотины был прекращен на отм. 124,3 18 ноября 1936 г. ввиду наступившего похолодания и дальнейшая отсыпка тела плотины до проектной отметки гребня 127,0 производилась в течение декабря 1936 г. и января 1937 г. сухим способом. Всего в тело плотины было намыто 366 378 *м*³ грунта.

При сооружении плотины серьезное внимание обращалось на удаление продольных и поперечных связей эстакад. Безусловно убирались связи, перпендикулярные оси плотины, как представлявшие опасность в фильтрационном отношении. Вертикальные же части, как например сваи, были не везде вынуты (оставление вертикальных свай — обычное явление также и в американской практике). Во время намыва приходилось следить за тем, чтобы отбойные и направляющие щиты своевременно вытаскивались и переставлялись на новые места. Весьма существенно, что в будущем щиты нумеровались и смена смене сдавала бы щиты, так же как любой другой инвентарь и инструменты, а сломанные и износившиеся щиты документировались и удалялись с намываемых участков.

Наконец как существенный организационный недостаток следует отметить отсутствие на работах по намыву журнала работ.

Такой журнал необходимо вести и при сменной работе. Значение этого журнала становится особенно ценным, так как в нем должны быть отражены все необходимые мероприятия по нормальной и фактической работе.

Работа пульповода. Деревянный непрерывный пульповод $d = 600$ *мм* в отношении непроницаемости соединений был высокого качества; звеньевые же трубы пропускали пульпу и доставляли немало хлопот, особенно находившиеся на откосах уже намытой части плотины. Вследствие непрерывной течи из разных соединений в каждую смену постоянно дежурили на трассе трубопровода 2 плотника и исправляли места течи, прибегая к постановке деревянных муфт в особенно опасных местах. Плохое качество соединений объясняется исключительно быстрыми темпами сборки звеньевых пульповодов [1].

К сожалению нередко приходилось из-за течи пульповодов приостанавливать намыв плотины.

---

[1] Например в 1938 г. в Магнитогорске звеньевой пульповод ($d = 450$ *мм*) длиной 300—400 *м* монтировался 2,5 месяца, при намыве же Иваньковской плотины сборка пульповода такой же длины проводилась в 2—3 смены.

Магистральный пульповод $d = 600$ *мм* заилялся систематически, так как скорости 2,5 *м/сек*, принятые по расчету и фактически имевшие место, были недостаточны для транспортирования средне- и крупнозернистых песков по трубам такого диаметра. Кроме того заиление пульповода происходило вследствие уменьшения скоростей ниже 2,5 *м/сек* при снижении производительности землесосов, работавших параллельно с предельным напором. Для землесосов МВС нормальными напорами при параллельной работе следует считать напоры 20—25 *м*. При напорах же свыше 30 *м*, как это имело место на Волжских установках, нередки бывали случаи выпадения землесосов из работы и резкого понижения их производительности при совместной параллельной работе.

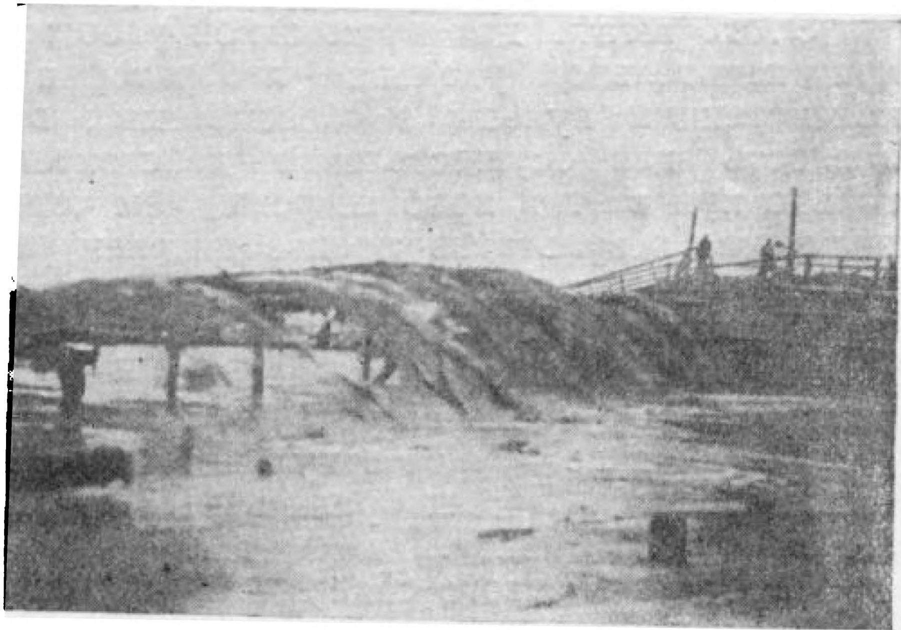
Подача компенсационной воды, производившаяся в случае остановки того или иного землесоса, не уменьшала опасности засорения пульповода. Следствием заиления было возрастание потерь напора в пульповоде, которое, естественно, снижало производительность землесосов, что в свою очередь ускоряло процесс дальнейшего заиления и вызывало полную остановку работы землесосов, начинавших снова работать лишь после очистки и промывки пульповода напорной водой.

Промывку пульповодов следует считать основной причиной увеличения стоимости намыва, а также причиной ряда размывов откосов, так как вместо пульпы на намываемом участке подавали чистую воду.

После пуска перекачивающей землесосной станции работа магистральных пульповодов значительно улучшилась, так как землесосы на установках работали с несколько меньшим напором. Другие пульповоды $d = 450$ и 350 *мм* засорялись реже[1]. При этом их засорение носило совершенно иной характер и вызывалось либо перегораживанием сечения трубы выступавшими внутрь пробками, либо засорением выпускных отверстий (травой, кусками дерева) и прекращением движения пульпы в пульповоде.

г) Намыв площадки ГЭС

Одновременно с намывом плотины в сентябре 1936 г. было приступлено к намыву площадки Иваньковской ГЭС при положении пульповода на отм. 121. Намыв пазухи ГЭС производился из мелких выпусков, причем первое время туда подавали пульпу лишь при отсутствии фронта намыва на плотине (со стороны верхнего бьефа). Более интенсивный намыв пазухи производился после прекращения намыва плотины, т. е. после 18 ноября 1936 г., когда 2 установки работали по подаче пульпы на этот небольшой участок (фиг. 46).



Фиг. 46. Намыв пазухи ГЭС

Особенностью работы при намыве пазухи ГЭС явилось обвалование, произведенное сухим способом из привозных грунтов, доставлявшихся грабарками.

Другой особенностью был намыв в зимних условиях при морозах от 10 до 14° С ниже нуля. Последнее обстоятельство вызывало дискуссии

[1] Засорение труб $d = 350$ и $d = 450$ *мм* имело место в начальный период намыва, когда намыв производился из отверстий в стенках труб.

о допустимости намыва при такой температуре. Однако необходимо отметить, что качество намыва совершенно не страдало от морозов, так как даже после перерывов в работе, длившихся до 2 час., поступавшие струи пульпы уничтожали образовывавшуюся ледяную корку. Работа по намыву может производиться и при температуре 15 и 20° ниже нуля, если обеспечена непрерывная подача пульпы при условии, что все задвижки отеплены и обеспечен выпуск воды из труб при остановках.

Намыв площадки ГЭС был закончен в начале декабря 1936 г. с объемом работ около 42 400 $м^3$. Таким образом всего было намыто в плотину и на площадку ГЭС около 408 000 $м^3$ грунта.

При полном развитии работ по намыву плотины, когда суточная подача грунта достигала 5—7 тыс. $м^3$, на работах было занято 40—45 человек в смену, которые распределялись примерно следующим образом: а) на обслуживании выпусков — 10; б) на обваловании и на установке отбойных щитов — 30; в) плотников — 5.

д) Качество намыва

Контроль над качеством намыва. Контроль за намывом Иваньковской плотины был организован на строительстве районной грунтовой лабораторией, так как организовать, как это ранее предполагалось, специальную контрольную лабораторию за отсутствием квалифицированного персонала и помещения не удалось. Фактический контроль стали осуществлять только в начале августа 1936 г.

В задачи лаборатории входило: наблюдение за качеством грунтов, подаваемых в плотину, контроль за правильностью распределения грунта в теле плотины по крупности частиц, контроль за выполнением технических условий по намыву.

Для выполнения этих работ непосредственно на плотине было занято 4 лаборанта и 1 старший лаборант. Работы велись в 2—3 смены. В полевых условиях производилось определение консистенции пульпы, процентного содержания грунта в сбрасываемых водах и степени уплотнения. Гранулометрический состав грунтов, коэфициент фильтрации, угол трения и некоторые другие определения производились в лаборатории, где на этой работе были заняты: 1 техник, 2 старших лаборанта и 1 лаборант.

Этого штата для нормальной работы было недостаточно, особенно при значительном удалении лаборатории от места работ. Определения консистенции пульпы и сбрасываемых вод весьма трудоемки и имеют ценность для осуществления действительного оперативного контроля только при взятии проб не реже, чем через 1 час и при условии быстрого получения результатов производителем работ. На практике при создавшихся условиях этого достигнуть было нельзя.

Пульпа и сброс. Контроль за составом пульпы был осуществлен только во второй половине периода работы по намыву плотины или приблизительно с конца августа 1936 г.

Содержание грунта в пульпе определялось по пробам, взятым через каждые 3 часа. Пробы брались ведром непосредственно из-под распределительных патрубков.

Процент весового содержания грунта определяется по формуле:

$$k = \frac{(\gamma_{пульпы} - 1{,}0)\cdot\gamma_{песка}\cdot 100}{(\gamma_{песка} - 1{,}0)},$$

где $\gamma_{пульпы}$ — удельный вес пульпы;

$\gamma_{песка}$ — истинный удельный вес песка;

1,0 — удельный вес воды;

k — процент весового содержания песка.

Из всех определений выводился средний дневной процент содержания песка. Отдельные замеры давали весьма разнообразные консистенции:

от 1 до 25%. Средняя же дневная консистенция колебалась в пределах 2—10%. За период с 28 августа по 13 ноября средний процент объемного содержания грунта в пульпе был 7,7, что соответствует удельному расходу воды 12 $м^3$ на 1 $м^3$ грунта.

Процент частиц грунта, сбрасываемых вместе с водой, определялся тем же способом, как и консистенция пульпы. Он колебался от 0,3 до 1,5% и в среднем за тот же период был 0,48%. Сбрасывались в основном частицы диаметром меньше 0,01 *мм*.

Процент грунта, унесенного водой, ко всему размытому в карьере грунту определялся по формуле[1]:

$$x = \frac{(100 - n)}{n} m,$$

где n — процент грунта в пульпе;

m — „ „ „ сбрасываемой воде.

При этом условно принималось, что через водосбросную систему сбрасывается вся вода. В среднем за период с 28 августа по 19 ноября было сброшено 5,7% от размытого грунта.

Гранулометрический состав тела плотины и фильтрационные способности намытого грунта. Пробы для механического анализа грунта тела плотины брались в створах, разбитых перпендикулярно оси плотины через 50 *м*, в поперечнике через 10 *м* и по высоте через 0,5 *м*.

По наиболее характерным для всей плотины пробам 1, 2 и 3 были получены следующие данные в процентах:

Гранулометрический состав	%-ное содержание частиц		
	1	2	3
>3 *мм*	1,2	1,0	2,7
3—1 „	2,2	1,8	1,4
1—0,25 „	64,9	68,0	64,2
0,25—0,05 „	30,3	28,5	30,3
0,05—0,01 „	0,2	0,1	1,2
<0,01 „	1,2	0,6	0,2

Тело плотины по всему профилю (ядро мало отличается от боковых призм) состоит из среднезернистых песков с небольшой примесью крупных фракций и с небольшим содержанием фракций < 0,01 *мм* около 1%.

Фильтрационные свойства грунта тела плотины ненарушенной структуры испытывались на приборе Тима-Каменского. Пробы брались стальным цилиндром из тела плотины спустя 12—20 час. после прекращения намыва. K_{10} фильтрации по лабораторным данным колебался от 0,0*А* *см/сек* — — 0,00*А* *см/сек*.

Устойчивость грунта на сдвиг характеризуется следующими данными:

Лабор. номер	Местоположение образца		Угол сдвига при давлении в *кг/см*²				Угол внутреннего трения	Удельное сцепление в *кг/см*²
	пк	абс. отм.	1	2	3	5		
2208	0/1 + 50	112	30° 00′	—	28° 10′	—	21° 50′	0,675
2422	0/1 + 50	115	-	—	34° 00′	31° 20′	27° 10′	0,483
2423	0/1 + 50	114	—	—	36° 00′	30° 00′	19° 30′	1,107

Плотность тела плотины. Вследствие уноса некоторой части песка из тела плотины в процессе намыва, пески тела плотины значительно отличаются от песков карьера. Поэтому принять за контрольный эталон

[1] Фактически часть воды остается в грунтовой массе и уходит через грунт.

объемный вес песка в карьере было бы неправильно. В основу контроля над уплотнением был положен коэфициент относительной плотности по формуле проф. Терцаги.

Пробы для определения уплотнения брались в створах, разбитых через 50 *м*, в каждом створе через 5 *м* и по высоте через 0,5 *м*, спустя 12—24 часа после прекращения намыва. Этого времени по существу было недостаточно для полной отдачи воды грунтом. Следовательно пробы брались переувлажненными, что несколько искажало истинное уплотнение в сторону его уменьшения. Коэфициент относительной плотности выводился по формуле проф. Терцаги:

$$\Delta = \frac{E_0 - E}{E_0 - E_{мин}},$$

где Δ — коэфициент относительной плотности;
E — „ пористости песка в теле плотины;
E_0 — „ „ рыхлого песка;
$E_{мин}$ — „ „ песка, максимально уплотняемого в лабораторных условиях.

Ряд проб, взятых из тела плотины, показал, что $\Delta = 0{,}74$, а $E = 0{,}53$.

При размыве однородных песков E и $E_{мин}$ проверялись через 5—10 дней. Большинство проб показали уплотнение $\Delta = 0{,}71$—$0{,}76$.

По заданию Геотехотдела Строительства для внешней трети намывной плотины уплотнение должно было быть равным $\Delta = 0{,}8$, для средней трети (до прудка) — $\Delta = 0{,}7$.

Для более ясного представления об уплотнении грунта в плотине приводим сравнительные данные: $\Delta = 0{,}71$ соответствует объемному весу скелета грунта в теле плотины 1,67 и $\Delta = 0{,}76$ соответствует объемному весу 1,68.

Объемный вес скелета грунта в естественном залегании (в карьере)—1,65. Следовательно в относительном понимании уплотнение в теле плотины достигает 101—102%[1].

е) Показатели работ

Сравнение основных итоговых показателей по намыву Иваньковской плотины и площадки ГЭС с расчетными, положенными в основу проекта, приведено в табл. 29.

Таблица 29

№ п/п	Показатели	Измер.	По проекту	Фактически
1	Размыто грунта в карьере	$м^3$	686 000	506 363
2	Унос и потери в % от размытого грунта	%	5	10
3	Расход воды на 1 $м^3$ грунта	$м^3$	7	12
4	Число календарных дней работы	дн.	150	164
5	Средняя производительность всей установки в сутки	$м^3$	4 350	3 100
6	Максимальная производительность „ „ „	„	—	7 920
7	Количество рабочих землесосодней (первого подъема)	землес.-дни	900	918
8	Производительность землесоса (на первом подъеме) в сутки	$м^3$	725	551
9	То же за час чистой работы	„	75	43,6
10	Коэфициент использования землесосов	%	40	52,6
11	Производительность рабочего в смену	$м^3$	25,6	13,7
12	Расход электроэнергии на 1 $м^3$	*квт-ч*	7,5	14,8
13	Стоимость работы	руб. и коп.	4—80	5—42

Распределение кубатуры см. выше. Основными причинами расхождений между фактическими показателями и проектными были: работа со стационарными землесосными агрегатами, тяжелые условия для транспорта

[1] В результате сухого способа засыпки котлованов и траншей при выемке из тела плотины труб и колодцев вместо среднего уплотнения тела плотины в 102% получено 96,0—97% с понижением в отдельных местах до 93%.

грунта — необходимость двойной перекачки пульпы, ведение намыва одновременно с забивкой шпунта, неполадки и аварии с землесосами, необходимость добавления в пульпу компенсационной воды, значительно разжижавшей пульпу, и др.

Стоимость единицы работы также значительно превышала сметную, причем это превышение в значительной мере произошло из-за увеличения расходов по эксплоатационным материалам и амортизации (за счет полной амортизации труб).

Таблица 29

№ п/п	Вид расхода	По смете в руб.	Фактически в руб.
1	Зарплата	0,76	0,61
2	Эксплоатационный материал	0,01	0,27
3	Электроэнергия	1,42	1,62
4	Текущий ремонт	0,24	0,03
5	Амортизация	1,54	2,54
6	Монтаж и демонтаж	0,72	0,35
7	Прочие расходы	0,11	—
	Всего	4 р. 80 к.	5 р. 42 к.

Стоимость работы установок по видам расходов приведена в табл. 29а.

Использование установок по времени характеризуется следующими данными:

1. Общее время нахождения на площадке 100%
в том числе: чистая работа 51,1
простои 48,9
Из них: Механические (ремонт механизмов) . . 19,2
Электротехнические 0,8
Водопроводные 5,0
Пульповодные 8,0
Передвижки 0,3
Отсутствие тока 0,9
Откачка воды 2,8
Прочие 12

Всего 48,9%

Работа установок в Волжском районе по отдельным месяцам 1936 г. характеризуется следующими показателями (табл. 30):

Таблица 30

№ п/п	Показатели	Измер.	Июль	Август	Октябрь	Декабрь	В среднем за год
1	Средняя производительность установки в сутки в $м^3$	$м^3$	1 568	4 350	4 000	805	3 100
2	Максимальная производительность установки в сутки	"	4 395	6 958	7 920	—	7 920
3	Производительность землесоса в сутки	"	400	725	467	296	551
4	" " за час сменной работы	"	16,6	30,4	19,4	12,3	23,0
5	" землесоса за час чистой работы	"	28,5	50,8	36,8	54,5	43,6
6	" на 1 рабочего в смену	"	16,5	19,2	11,9	5,1	13,7
7	Коэфициент использования рабочего времени	%	58,3	60,0	52,7	22,6	51,1
8	Число землесосочасов чистой работы	час.	1 650	2 645	3 256	148	11 595
9	" " сменной "	"	2 832	4 464	6 168	656	22 040
10	Расход электроэнергии на 1 $м^3$ грунта	квт-ч	11,7	11,3	16,7	18,2	14,8
11	Стоимость выемки 1 $м^3$ грунта	руб. и коп.	2—68	4—71	6—52	13—90	5—42

2. НАМЫВ СЕСТРИНСКИХ ДАМБ В 1936 г.

На пк 6/9 канал Москва — Волга пересекает р. Сестру, которая пропущена под каналом в трехочковой железобетонной трубе.

Приканальные дамбы в этом районе на участках, предназначенных для работы способом гидромеханизации, должны были по проекту иметь следующие основные размеры: максимальная высота 21,0 *м*, ширина поверху 4,0 *м*, ширина понизу 250 *м*.

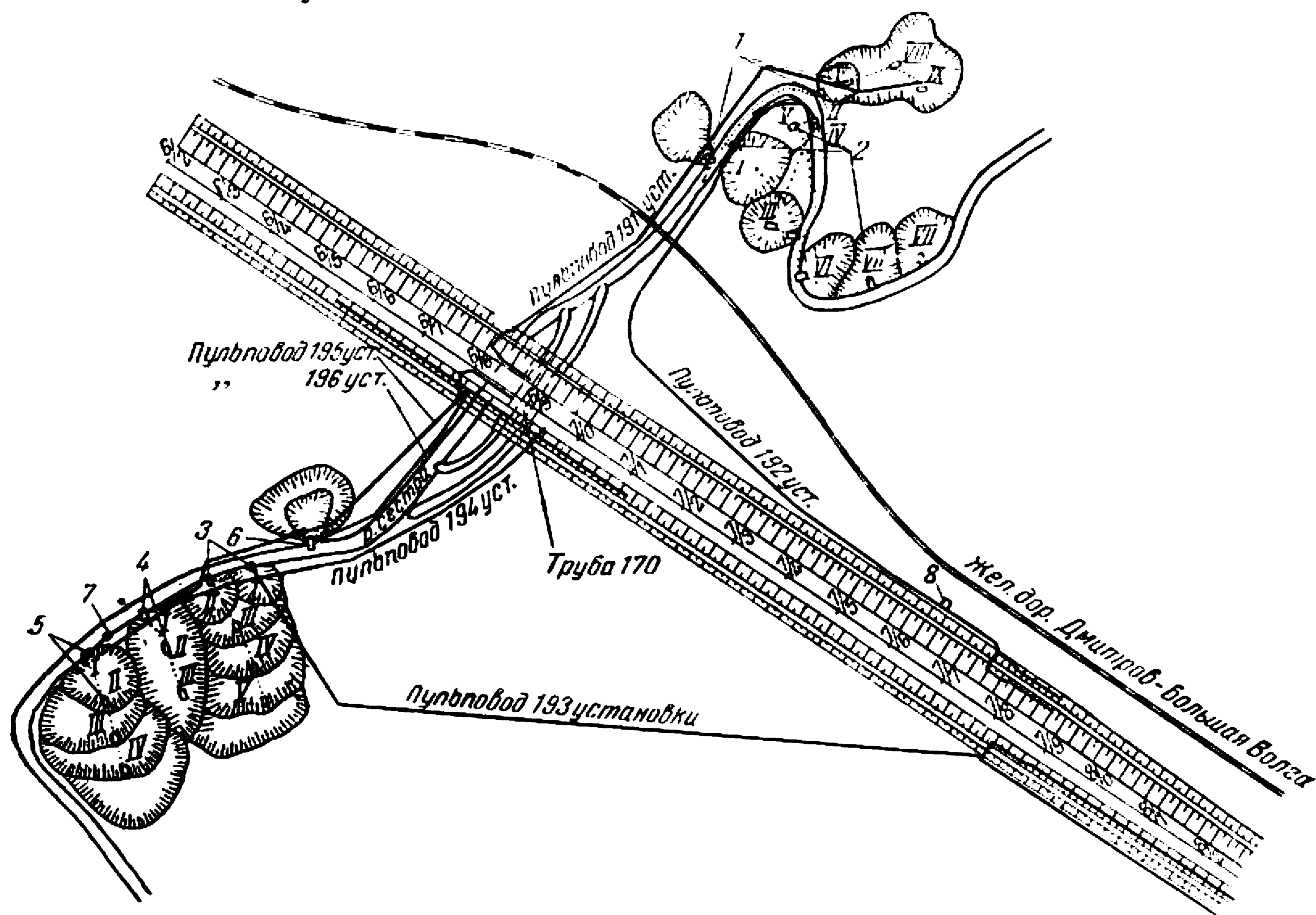
Из общего объема работ по этим дамбам в 1 200 000 $м^3$ значительная часть была осуществлена способом гидромеханизации.

Сооружение намывных Сестринских дамб представляет большой технический интерес, так как для их намыва были использованы глинистые

мелкозернистые пески и супеси, считавшиеся до этого малопригодными для намыва плотин.

а) Схема работ

По проекту намыв должен был быть осуществлен между пикетами 6/6—7/1 + 50 и 7/7—10/2, всего на длине 3050 *м*. На первом участке нужно было замыть Сестринскую трубу и намыть над ней приканальные дамбы. Необходимый для намыва грунт предполагалось брать как из песчаных карьеров, расположенных на расстоянии до 2 *км* от места намыва, так и из выемки участка канала.



Фиг. 47. Схема работы установок по намыву Сестринских дамб:

1 (I — IX). Последовательные положения 191 плашкоута. *2* (I — VIII). Последовательные положения 192 плашкоута. *3* (I — V). Последовательные положения 193 плашкоута. *4* (I — III). Последовательные положения 194 плашкоута. *5* (I — IV). Последовательные положения 195 плашкоута. *6*. Плашкоут 196. *7*. Насосная 195 установки. *8*. Перекачив. ст. 102 установки. *9*. Перекачив. ст. 193 установки.

Рабочий фронт установок:

191-я установка:

Намыв западной дамбы пк 6/5—6/8.
Замыв русла р. Сестры в восточной дамбе.
Замыв северных пазух трубы 170.
Намыв восточной дамбы пк 6/8—7/0.

192-я установка:

Намыв восточной дамбы пк 65—68.
Замыв русла р. Сестры в западной дамбе.
Замыв южных пазух трубы 170.
Намыв восточной дамбы пк 7/7 + 50 — 8/1 + 50.
Намыв восточной дамбы пк 8/2 — 8/6.

193-я установка:

Намыв восточной дамбы пк 6/5—6/8.
Намыв западной дамбы пк 6/8—6/9 + 50.
Намыв западной дамбы пк 7/9—8/4.

194-я установка:

Замыв русла р. Сестры в западной дамбе.
Намыв западной дамбы пк 6/8—7/1 + 50.

195-я установка:

Намыв западной дамбы пк 6/9—7/0 + 50.
Намыв восточной дамбы пк 7/0—7/2 + 20.

196-я установка:

Намыв верхушек западной дамбы пк 6/5—7/2.

Для этой цели были запроектированы 8 плашкоутов с двумя землесосами на каждом. Два плашкоута должны были работать на карьере № 5 на берегу р. Сестры ниже канала, два — на карьере № 3 на берегу р. Сестры выше канала и четыре — на выемке канала на пк 7/8—10/2. Суточная производительность 8 плашкоутов намечалась в 10720 $м^3$.

Подача пульпы от землесосов к месту намыва должна была происходить по четырем пульповодам диаметром 450 и 600 *мм*. На двух из них, наиболее длинных, намечались две перекачивающие землесосные станции с тремя землесосами на каждой.

Организация работ по намыву Сестринских дамб существенно отличалась от организации работ по намыву Иваньковской плотины на Волге. Применением плашкоутов совершенно по-иному разрешался вопрос водоснабжения. На каждом плашкоуте был установлен 1 насос завода „Борец", подававший напорную воду к гидромониторам.

Намыв должен был производиться распыленными струями пульпы одновременно по обоим откосам дамбы в непосредственной близости от бровки откоса. Для этого вдоль подошвы обоих откосов должны были быть уложены распределительные пульповоды $d = 350$ *мм*, к которым через каждые 30 *м* присоединялись поперечные деревянные трубы $d = 150$ *мм*, уложенные вверх по откосам и заканчивавшиеся железными тройниками.

Между поперечными распределительными трубами примерно в 2 *м* от бровки откоса устанавливались легкие, небольшие лотки со щелями в дне размером 1—1,5 *см*. В эти лотки из тройников поступала пульпа. Таким образом намыв должен был осуществляться одновременно по всей дамбе путем подачи пульпы в виде дождя, причем непосредственно у откосов должны были осаждаться наиболее крупные частицы грунта, образуя упорные призмы, а в центре — более мелкие, образующие водонепроницаемое ядро дамбы. Мельчайшие частицы грунта должны были уноситься сбрасываемой через особые водоспуски водой.

В действительности от проектной схемы пришлось несколько отойти, особенно в части расположения и числа плашкоутов, а также и в отношении производительности землесосов.

Размыв плотного моренного суглинка и укладка его в дамбы оказались при наличном оборудовании практически невозможными и уже частично смонтированные в канале плашкоуты были переброшены на карьеры. Вступление плашкоутов в работу задержалось из-за затянувшегося монтажа и продолжительность работы землесосов значительно сократилась по сравнению с проектными предположениями.

Фактически три плашкоута работали на карьере № 3, два — на карьере № 5 и один — на карьере № 4, всего 6 плашкоутов с 13 землесосами. В канале же плашкоуты не работали.

Намыв производился на участке от пк 6/6 до пк 7/1 и от пк 7/8 до пк 8/6, на общей длине около 2 500 *пог. м* (фиг. 47). Объем намытых дамб составил 656 307 $м^3$.

б) Грунты карьеров

При поисках грунтов, годных для намыва дамб, в начале 1936 г. была обследована вся окружающая местность на расстоянии до 3 *км* от будущего места намыва.

Первоначально в основу определения годности грунта была положена практика намыва американских высоконапорных плотин с ядром в центре и боковыми упорными призмами. Однако вследствие отсутствия крупнозернистых песков и наличия мелкозернистых и супесей, требования к качеству грунтов пришлось значительно снизить и использовать для для намыва имеющиеся местные грунты.

В основу оценки пригодности грунтов был положен другой принцип. Годным для намыва признавался грунт, содержащий не менее 60% частиц крупностью больше 0,1 *мм* и не более 40% частиц крупностью менее 0,1 *мм*. Оценка давалась не по отдельным образцам, а по средневзвешенным данным механического анализа всего забоя по скважинам, площадям и целым карьерам. Кроме того предъявлялось требование, чтобы карьеры имели забой высотой не менее *2 м*.

Этим требованиям из разведанных шести карьеров удовлетворяли

карьеры № 3 и 5 и участок по выемке канала на пк 7/8. Разведка карьеров велась скважинами на глубину до 10 *м*, первоначально по сетке 100×100, а впоследствии, во время эксплоатации, из-за значительной пестроты грунтов — по сетке 25×25 и 10×10 *м*.

По геологическому строению эти карьеры представляли собой аллювиальные отложения мощностью в среднем 4—7 *м*, а в пониженных местах (логах) — отложения моренного суглинка, выходящего за пределами этих карьеров почти на дневную поверхность. Карьеры были сложены из тонких супесей и мелкозернистых песков. В основании песчано-супесчаных массивов лежали среднезернистые пески и глеи мощностью 0,5—1 *м*.

Грунты карьеров — мелкозернистый песок, тонкая супесь, глей и моренные суглинки — были очень однородны на всем протяжении и по всем карьерам и характеризовались следующими данными.

Механический состав и физические константы грунтов карьеров № 3 и 5 указаны в табл. 31.

Таблица 31

№ п/п	Грунты	Размеры частиц в *мм*						Действ. диаметр в *мм*	Коэфиц. однородности
		3	3—1	1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,005	<0,005		
1	Песок	—	1—3	10—15	70—80	3,5		0,02—0,04	2—4
2	Супесь	—	—	5—10	75—85	10—25		—	—
3	Моренный суглинок	2—4	1—2	55—60		25—30	10—15	0,005	15

Физические константы

№ п/п	Грунты	Естеств. влажность в %	Порозность в %	Удельный вес	Объемный вес в $m/м^3$	Угол внутреннего трения		Коэфициент фильтрации в *см/сек*	Пластичность (по Аттербергу)		
						в естественном сложении	в нарушенной структуре		число	верхний предел	нижний предел
1	Песок	—	—	2,65—2,66	1,6—1,65	29—30	—	0,000*A*	—	—	—
2	Супесь	—	—	2,65—2,66	1,7—1,8	—	—	0,0000*A*—0,00000*A*	6—7	18—21	12—15
3	Моренный суглинок	13,3—6,5	24,7—15,4	2,72	1,85—2,3	20—35	15—20	0,00000*A*—0,000000*A*	12—15	23—30	10—15
4	Глей	40	—	2,72—2,74	1,4	—	—	—	25	48	23

Из приведенных таблиц и графиков (фиг. 48 и 49) видно, что мелкозернистые пески по своему механическому составу незначительно отличались от тощей супеси, которая представляла большую часть запасов карьеров. Во многих случаях тощие супеси были визуально неотличимы от песка. В состоянии естественной влажности эти супеси связностью почти не обладали.

В сухом виде супеси цементировались в твердую массу. Чрезвычайно характерно для всех супесей было наличие глеевых горизонтов, иногда многочисленных и мощных. Последние состояли из легких и средних суглинков. Моренный суглинок представлял собой буроватого или шоколадного цвета мелкий суглинок с гравием, галькой и валунами.

в) Размыв грунта

Каждый из шести установленных плашкоутов размерами 14×7×2 *м* представлял собой деревянный прямоугольный ящик, на верхней палубе которого было установлено следующее оборудование (фиг. 50)[1]:

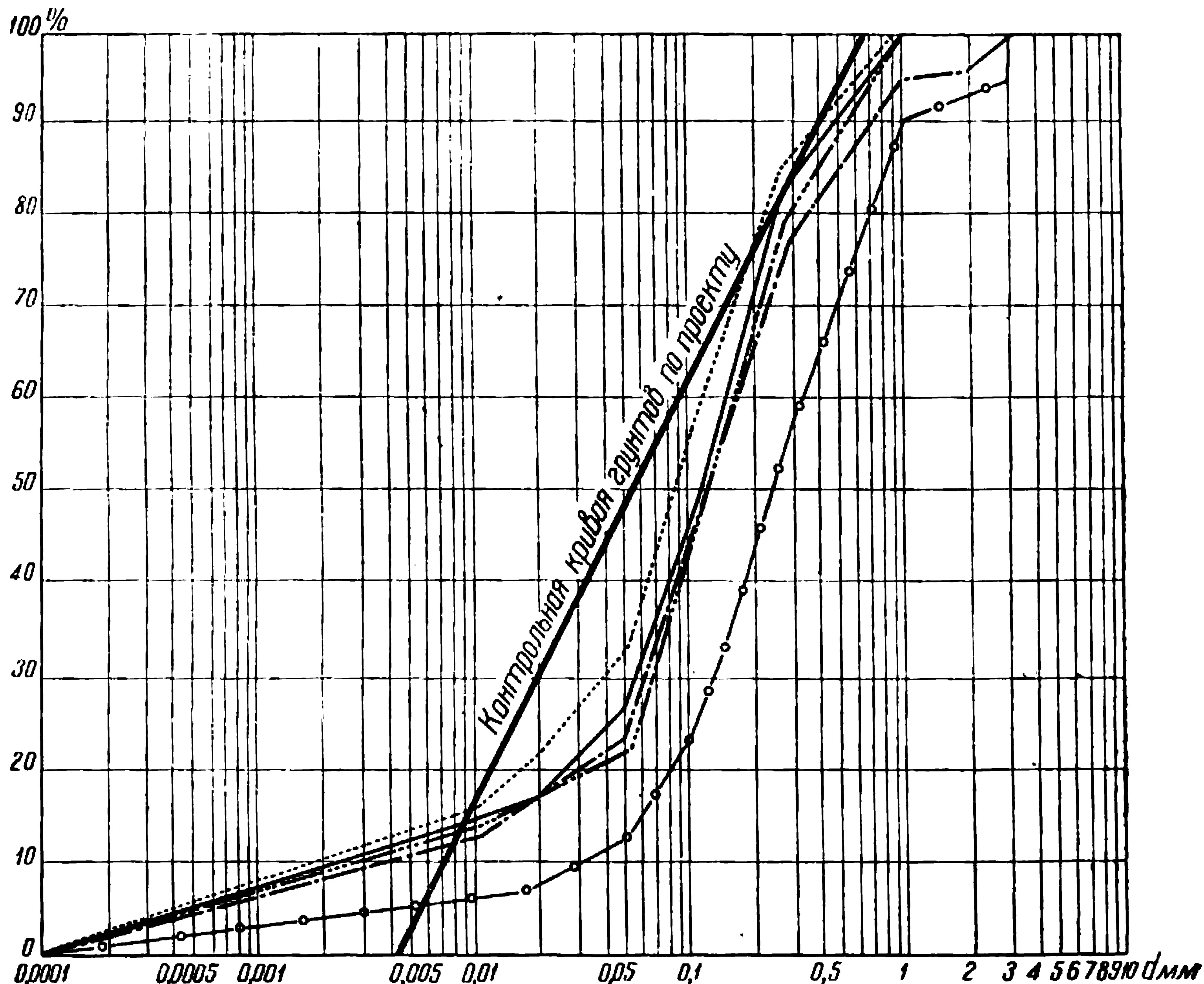
а) Землесос $Q = 800$ *м*³/*час*, $H = 30$ *м*—2 шт.

б) Электромотор 300 *квт*, 6 000 *в*, $n = 730$ об/мин—2 шт.

[1] На одном из шести плашкоутов—№ 5—было установлено не два, а три землесоса, но работали два, а третий являлся резервным. На плашкоутах № 1, 2 и 3 были установлены землесосы МВС, а на № 4, 5 и 6 — завода им. Калинина.

в) Насос завода „Борец“ $Q = 1\,700$ *м³/час*, $H = 84$ *м*—1 шт.
г) Электромотор 680 *квт*, 6000 *в*, $n = 1450$ об/мин.—1 шт.
д) Гидромониторы „Хэнди“—2 шт.
е) Пусковая аппаратура.

Плашкоуты № 1 и 2 были установлены на р. Сестре ниже канала, остальные — выше. Разработка карьеров осуществлялась путем перед-



Условные обозначения

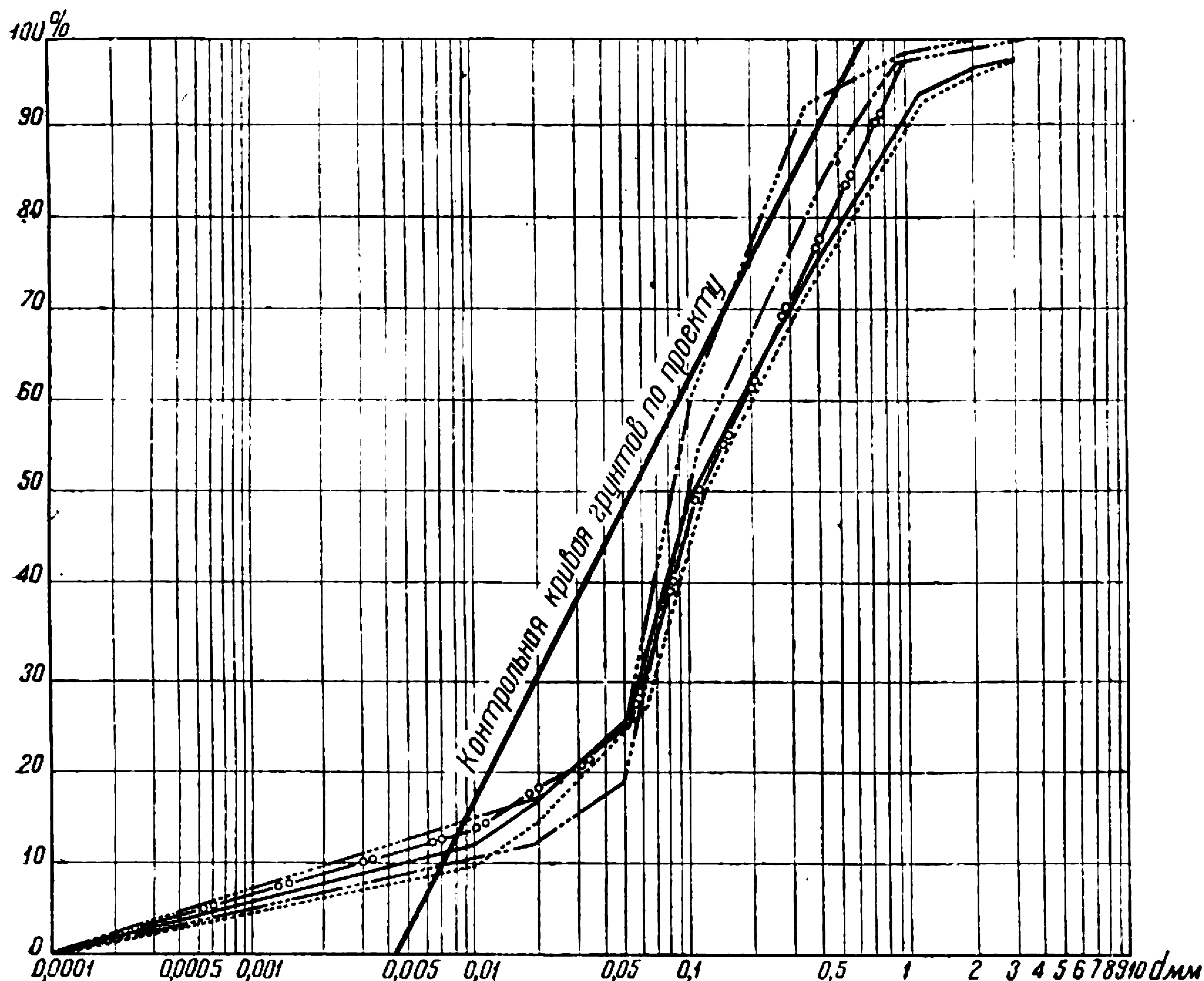
№ пл	Кривая	Действующий диаметр	Коэффициент однородности
1	———————	0,003	$\frac{0,14}{0,003} = 46,7$
2	···············	0,0017	$\frac{0,13}{0,0017} = 76,4$
3	——·——·——	0,0065	$\frac{0,16}{0,0065} = 24,6$
4	——·····——	0,005	$\frac{0,16}{0,005} = 32,0$
5	—○—○—	0,038	$\frac{0,29}{0,038} = 7,6$

Фиг. 48. График механического состава грунта карьера № 3 по площадям в смеси всех слоев до горизонта размыва (отм. 109) (район „Техника“).

вижки плашкоута внутрь карьера от реки по траншее, размываемой в процессе работы плашкоута. Вначале установленные на плашкоуте гидромониторы должны были размыть перед плашкоутом на всю глубину карьера выемку размером 35×70 *м*. После выработки этой площади зумпф углублялся на 1—1,5 *м* и гидромониторы размывали траншею. При заполнении этой траншеи водой из р. Сестры плашкоут всплывал и передвигался в новый забой. После передвижки у бортов плашкоута соору-

жалась перемычка, отделявшая траншею с чистой водой от забоя, и гидромониторы приступали к разработке грунта в новом забое.

Работы по такой схеме были освоены лишь в августе 1936 г. В первые же месяцы работы по неопытности обслуживаемого персонала и ряда других причин нормальная разработка карьеров встречала ряд трудностей.



Условные обозначения

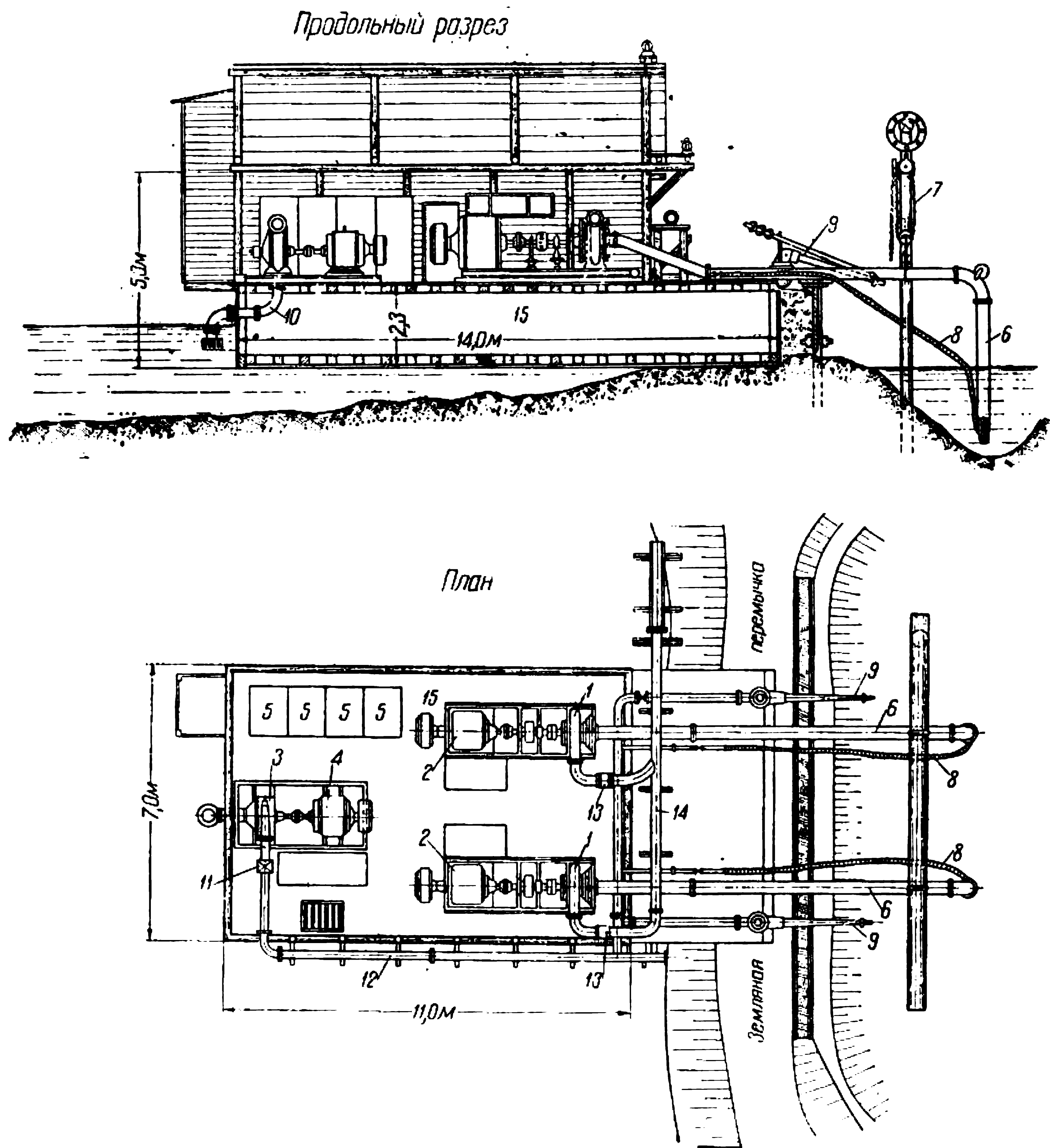
№ пп.	Кривая	Действующий диаметр	Коэффициент однородности
1	————————	0,003	$\frac{0,17}{0,003}=56,6$
2	··················	0,005	$\frac{0,19}{0,005}=38,0$
3	——·—·—·——	·0,0045	$\frac{0,97}{0,0045}=21,5$
4	———·····———	0,0022	$\frac{0,12}{0,0022}=54,5$
5	—oo——oo—	0,0035	$\frac{0,14}{0,0035}=40,0$

Фиг. 49. График механического состава грунта карьера № 5 по площадям в смеси всех слоев до горизонта размыва (отм. 109) (район „Техника").

Долгое время плашкоуты не могли выйти из р. Сестры и войти внутрь карьера, так как, с одной стороны, к началу работы плашкоутов не была построена плотина, запроектированная на р. Сестре ниже расположения плашкоутов и возведенная только в конце августа месяца; а, с другой стороны, не представлялось возможным размыть траншею должной глубины (дно траншеи должно было иметь отм. 109,0). На отм. 110—111 всюду были обнаружены глеевые грунты, зачастую содержащие большое

количество погребенной древесины. Эти грунты оказались весьма тяжелыми для размыва, тем более что последний производился со значительного расстояния (более 30 *м*) (фиг. 51).

При размыве этого грунта почти в упор от удара струи воды происходило откалывание кусков грунта разной величины, которые в виде окатанных комьев попадали в землесос, вызывая его засорение.



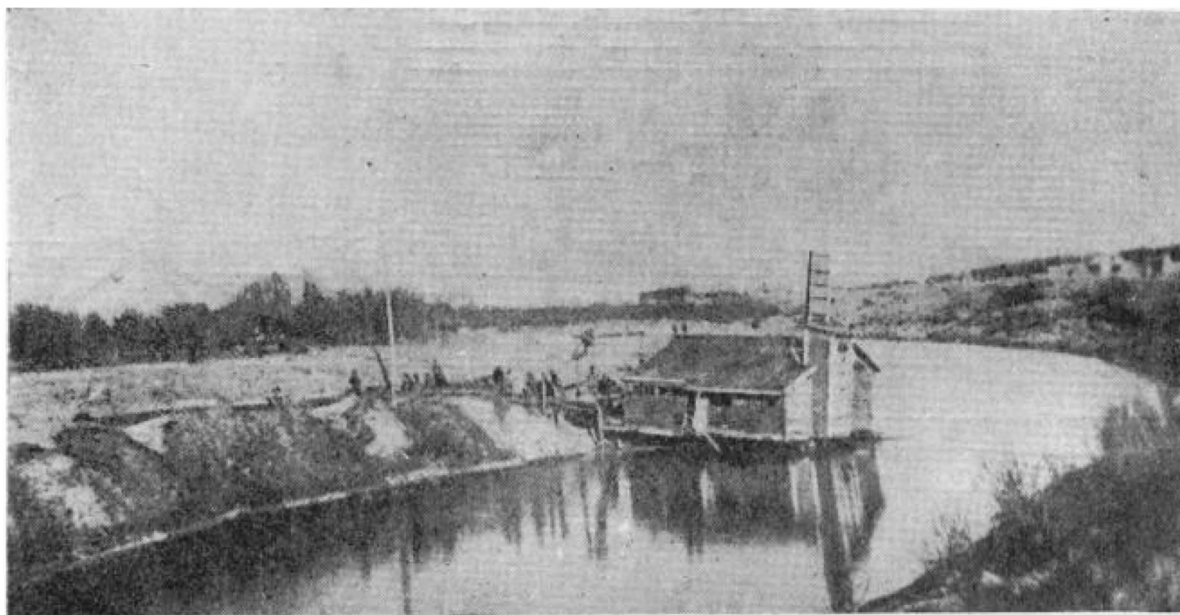
Фиг. 50. Типовая плашкоутная установка:

1 — землесос МВС, $Q = 800$ *м³/час*, $H = 30$ *м*; 2 — электромотор с реостатом 300 *квт*, 6 000 *в*, $n = 730$ об/мин; 3—насос завода „Борец", $Q = 1\,700$ *м³/час*, $H = 84$ *м*; 4—электромотор с реостатом 680 *квт*, 6 000 *в*, $n = 1450$ об/мин; 5 — пусковой ящик ЯЖ-14; 6 — всасывающая труба землесоса $d = 300$ *мм*; 7 — таль для подъема всасывающей трубы; 8 — подмывное устройство; 9 — гидромонитор „Хэнди"; 10 — всасывающая труба насоса $d = 400$ *мм*; 11 — задвижка „Лудло" $d = 400$ *мм*; 12 — напорная линия водопровода $d = 400$ *мм*; 13 — обратный клапан землесоса $d = 300$ *мм*; 14 — магистральный пульповод $d = 450$ *мм*; 15 — плашкоут.

Оставляя плашкоуты на р. Сестре, пришлось разработку карьеров производить путем выноса гидромониторов на расстояние 100—250 *м* от плашкоута, и вполне естественно, что эффективность такого способа размыва грунта была очень невелика. При уклоне около 2% подтекание пульпы к зумпфу затруднялось; до зумпфа доходили лишь мелкие частицы

грунта, а песок оседал в пути. Свыше 50% запасов грунта в забое оставалось неиспользованным, так как дно забоя, постепенно повышаясь, на некотором расстоянии выходило на дневную поверхность.

С августа, когда плашкоутам удалось войти внутрь карьера, началась более нормальная работа. Длину забоя удалось сократить до 30—40 *м* и продолжительность передвижки, которая вначале занимала 5—7 дней, была доведена до 20—30 час. Однако и при такой системе работ из карьера забиралось не более 60% имевшегося грунта, так как фактически дно траншеи лежáло на отм. 110—111 вместо отм. 109.



Фиг. 51. Начало работы плашкоутов на р. Сестре.

Из других затруднений, имевших место в первые месяцы работы, нужно отметить засорение зумпфа травой и кореньями из-за недостаточно чистой съемки верхнего растительного слоя. Это приводило к авариям насосов и землесосов и засорению пульповодов.

г) Транспорт и распределение пульпы

Грунт из карьера поступал в виде пульпы на дамбы по деревянным трубам под напором, создаваемым землесосами (около 4 *атм*). На расстоянии до 2 *км* пульпа подавалась без перекачки, а на расстоянии более 2 *км* — с перекачкой, причем пульпа поднималась на высоту до 18 *м*.

Магистральные пульповоды были трех типов:

1. Из деревянных звеньевых труб $d = 450$ *мм*, длиной до 1 800 *м*, уложенных от плашкоутов № 1, 3, 4 и 5 к месту намыва дамб у р. Сестры и на западную дамбу участка пк 7/8 — 8,4.

2. Из деревянных клепочных напрерывных труб $d = 600$ *мм*, длиной 1 800 *м*, уложенных от плашкоута № 2 к восточным дамбам участка пк 7/8—8,4 [1].

3. Из деревянных звеньевых труб $d = 350$ *мм*, длиной 450 *м*, уложенных от плашкоута № 6 к дамбам у р. Сестры.

На месте намыва магистральный пульповод переходил в распределительную сеть. Последняя состояла из труб диаметром 450 и 350 *мм*, проложенных вдоль намываемых дамб и поперечных ответвлений $d = 150$ *мм* с металлическими, а впоследствии с деревянными тройниками на концах (см. описание намыва). Из тройников пульпа попадала на продольные деревянные лотки с выпусками в виде щелевых или боковых отверстий (5 × 5 *см*), расположенных через 0,5 *м*.

[1] При максимальной длине пульповодов плашкоутов № 2 и 4 пульпа транспортировалась до места намыва через перекачивающие землесосные, в которых было установлено по 2 землесоса завода им. Калинина (один рабочий и второй резервный).

Монтаж пульповода происходил в жаркое время, трубы рассохлись и довольно длительное время давали течь. В звеньевых трубах слабым местом были стыки. Выяснилось, что стыки нужно укреплять бандажами, а при подъемах, в особенности у плашкоутов, или при переходе с большого сечения на меньшее — тальрепами. Кроме того следует по возможности устранять местные сопротивления от внезапного изменения сечения труб, резких поворотов и подъемов и во всяком случае тщательно закреплять трубы на таких участках. В таких местах наблюдался большой износ труб. Там же наблюдалось образование воздушных пробок, которые приводили к гидравлическим ударам и т. п. Были случаи, когда при гидравлическом ударе целые десятки звеньевых труб взлетали на воздух.

Скорости движения пульпы в пульповоде при нормальной работе землесосов были около 1,8—2 *м/сек* и соответствовали проектным. Однако частые остановки землесосов влекли за собой засорение труб грунтом, особенно на участках резких поворотов или изменений сечений. В отдельных случаях пульповоды настолько забивались грунтом, что для очистки труб приходилось их частично демонтировать. Систематическая промывка пульповода водой перед пуском и после остановки землесосов в значительной мере устраняла его засорение.

Многочисленные аварии магистральных пульповодов и простои установки резко уменьшились после осуществления следующих мероприятий: а) улучшение системы крепления звеньев пульповода и достижение плотности стыков труб; б) выделение рабочих для надзора за участком пульповода и специальной бригады для поддержания его в исправности; в) устройство специальных сбросов из пульповодов воды и пульпы, не доводя их до дамб, на случай невозможности намыва; г) устройство люков для промывки пульповодов.

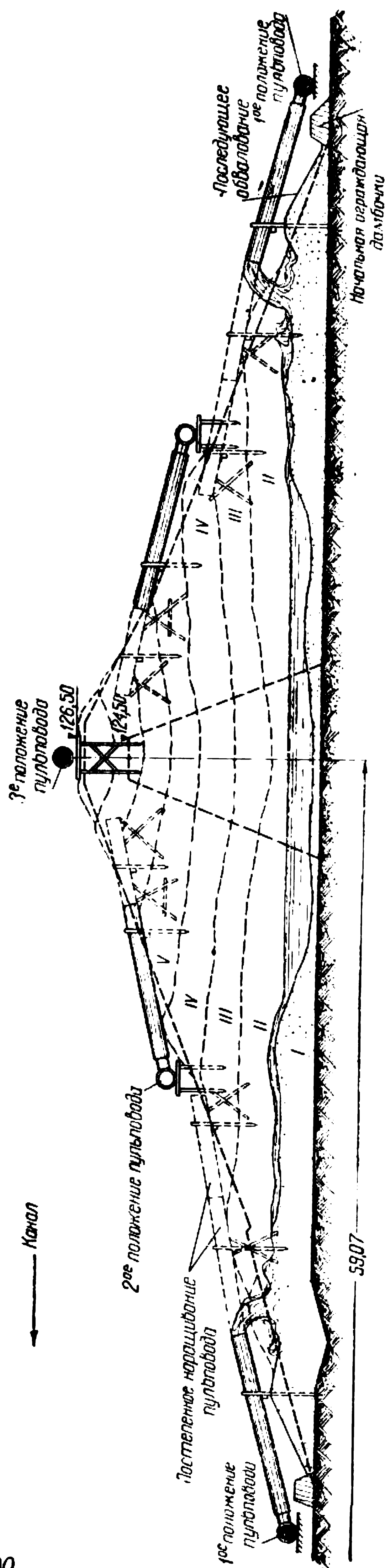
Изношенность труб после сезона работы оказалась незначительной, причем наибольший износ был по дну и по бокам.

д) Намыв дамб

В начале намыва распределительный пульповод укладывали на грунт. Предполагалось, что намыв дамб до самого верха можно будет производить путем наращивания выпускных труб, не поднимая распределительного пульповода (фиг. 52).

Однако скоро выяснилось, что при длине выпускных труб более 15—20 *м* они часто засорялись и выявилась необходимость поднятия распределительных пульповодов через каждые 4—5 *м* по высоте, что позволяло применять выпуски длиной 10—15 *м*. В местах приключения разводящей сети к магистральному пульповоду устанавливали обратный клапан. При намыве на низких отметках, когда ширина дамбы была 80—115 *м*, никаких дополнительных устройств для гашения скоростей пульпы не требовалось и пульпа, свободно вытекая из выпускных труб, растекалась широким потоком, причем крупные песчаные частицы успевали выпасть, не достигнув ядра. При меньшей ширине основания оказалось необходимым гашение скорости, так как создавалась опасность размыва ядра струей пульпы.

Для этой цели применялись тройники, надеваемые на концы выпускных труб и лотки. Тройники служили для разделения струи пульпы на две части и направления ее по лоткам параллельно оси дамбы. Через устроенные в лотках выпуски у самого откоса происходило выпадение наиболее крупных частиц грунта, а более мелкие частицы перемещались к центру дамбы. Наиболее простыми, дешевыми и удобными оказались дощатые тройники. Из лотков наиболее удобным оказался деревянный лоток прямоугольного сечения с боковыми отверстиями — выпусками (5 $\times$ 5 *см*). При правильной работе из выходного конца лотка должно выливаться лишь небольшое количество пульпы и почти вся она должна



Фиг. 52. Схема намыва Сестринских дамб от пк 6/6 + 00 до пк 6/8 + 20.

быть израсходована по пути через выпуски: это достигалось приданием лоткам соответствующей длины и уклона и регулированием открытия выпусков. Лотки со щелевыми выпусками трудно регулировались, постоянно засорялись, и этими лотками было трудно управлять.

Перед намывом определенного участка дамбы с двух сторон ее отсыпались вручную из заранее намытого крупного материала оградительные дамбочки — валики высотой не менее 0,5 *м*. Обвалование — самая трудоемкая работа на намыве, занимающая почти половину всего сменного времени рабочих на намыве. Эту работу можно уменьшить почти в 2 раза, уменьшив сечение оградительной дамбочки, установив с внутренней ее стороны деревянные щиты из 1—2 досок. Доски, сколачиваемые по длине, обязательно должны быть снабжены ручками высотой 0,5—1,0 *м*. В противном случае ручки замываются. Ручки облегчают контроль за своевременной выемкой этих щитов и облегчают самую выемку.

В процессе намыва выяснилась необходимость регулирования равномерности намыва дамб по длине. С первых же дней намыва наблюдалось образование значительных продольных уклонов (до 2%), вызывающих большие скорости движения пульпы в прудке, при которых отложение ядерного материала становилось невозможным.

Для регулирования равномерности намыва необходимо было быстро открывать и закрывать любой выпуск, что и осуществлялось при помощи установленных на выпускных трубах шиберных задвижек (фиг. 40). Задвижки эти позволяли простым поворотом рукоятки включить или выключить любую выпускную трубу. До их установки для выключения труб применялась забивка выпусков деревянной пробкой.

Выпускные трубы часто засорялись из-за произвольного их открытия без правильного учета скорости движения в них пульпы. При открытии слишком большого

числа выпусков скорости в них падали настолько, что выпадение частиц грунта начиналось в самих выпускных трубах. При открытии малого числа выпусков происходили аварии пульповода из-за повышения давления, а большие скорости пульпы при выходе затрудняли ее направление по лоткам, кроме того из-за повышения давления ухудшалась работа землесосов.



Фиг. 53. Намыв участка Сестринских дамб.

Опытным путем было установлено, что при работе одного землесоса должны быть открыты 6—8 выпусков, при работе двух землесосов — 10—12.

Консистенция пульпы или процент содержания грунта в пульпе по проекту намечался 12,5% (7:1). В действительности консистенция в отдельных пробах колебалась от 30 до 3%. Средние суточные и месячные величины отличались большим постоянством и за весь период намыва равнялись 14,5%, что соответствует расходу 5,9 $м^3$ воды на 1 $м^3$ грунта.



Фиг. 54. Намыв верхней части из дыр в стенках пульповода.

е) Сброс осветленной воды

Для сброса осветленной воды из прудка применялись сначала водосливные лотки в торцевой части, причем горизонт зеркала воды в прудке поддерживался досками, закладываемыми в пазы вертикальных стоек.

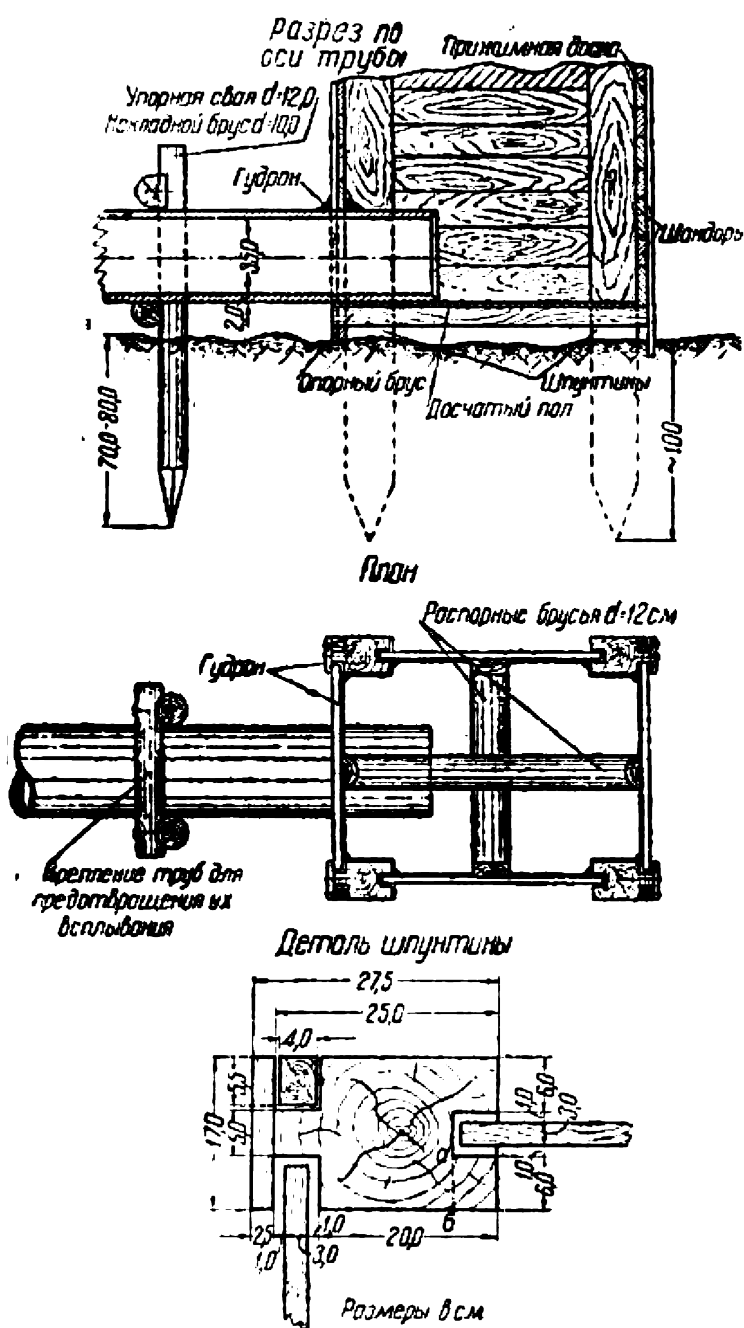
После того как произошли две аварии из-за разрушения напором материала ядра этих водосливов, они были заменены донными водоспусками с шахтными колодцами. Для устройства донных водоспусков применялись трубы $d = 350$ *мм*. Колодцы располагались через 50—100 *м*.

Шахтные колодцы имели следующую конструкцию: упорные стойки из брусьев или бревен с двумя пазами заглублялись на 1 *м* в нижележащий грунт и хорошо укреплялись. Между ними устраивался двойной пол из обрезных досок толщиной 50 *мм*, который покрывался жидкой смолой. Из колодца вода поступала по деревянным трубам (звеньям), которые закреплялись в одной из боковых стенок колодца. По мере поднятия горизонта прудка отстойника со всех четырех сторон в пазы закладывались обрезные доски с тем, чтобы высота сливного слоя была не более 10—15 *см*. Размеры колодца в плане $1{,}2 \times 1{,}2$ *м* (фиг. 55).

Колодцы закреплялись через каждые 1—1,5 *м* по высоте установкой

крестовин. Основным недостатком приведенной конструкции колодца являлось частое скалывание краев шпунтин. Более рациональная конструкция приведена ниже на фиг. 129.

Серьезным затруднением в работе была выемка водоотводных труб из тела намытой дамбы, расположенных вдоль дамбы, а также шахтных деревянных колодцев. Последние как не представляющие опасности в фильтрационном отношении в отдельных случаях могли остаться в теле дамбы. Для выемки поперечных труб вырывалась траншея и трубы поднимались талью грузоподъемностью 2—3 *т*, подвешенной на бревне. Ширина траншей, в особенности в ядре, достигала значительных размеров, так как откосы держались только с уклоном 1 : 8 и 1 : 10.



Фиг. 55. Разрез и план сбросного колодца.

В дальнейшем пришлось трубы вынимать через каждые 2—3 *м* по мере повышения дамбы. После выемки трубы в траншее устраивалась тщательно утрамбованная вручную перемычка, а сама траншея замывалась при следующем намыве. Уплотнение грунта в местах траншей было весьма незначительным.

Впоследствии для уменьшения простоев рядом с первым колодцем через 7—10 *м* строился второй. Такая двухрядная система с шахматным расположением колодцев оказалась наиболее целесообразной.

Содержание грунта в осветленной воде колебалось за время работы от 1,5 до 3%, а в среднем составляло около 2,6%.

ж) Качество намыва дамб

При сооружении ответственных напорных дамб и плотин намывным способом требуется на внешних, так называемых упорных призмах отложить самый крупный песчаный материал, а в центральной части образовать так называемое ядро, состоящее из самого мелкого материала — тонкозернистого песка, ила и глины, причем крупность материала должна постепенно уменьшаться по направлению от внешних призм к оси сооружения. Созданием ядра обеспечивается водонепроницаемость сооружения, а упорными призмами — его устойчивость как в процессе намыва, так и в дальнейшем при эксплоатации сооружения.

Во время намыва между упорными призмами образуется пруд, где происходит осаждение мелких фракций. Часть мелкого грунта сбрасывается вместе с водой, чем ускоряется процесс уплотнения ядра. При проектировании Сестринских дамб их устойчивость была рассчитана по методу Джильбоя.

Было принято, что в ядре не должно быть более 15% частиц крупности меньше 0,01 *мм*. При этом имелось в виду в первую очередь достижение устойчивости дамб и быстрого уплотнения ядра. Что же касается получения антифильтрационных свойств ядра, то эту задачу ставили во вторую очередь, имея в виду возможность экранирования дамб битумными

матами [1]. Содержание грунта в пульпе колебалось от 7,4 до 18,8%, в среднем 14,5%, а в сбросной воде — от 1,5 до 3,1%, в среднем 2,6%.

Около 15,3% размытого грунта сбрасывалось в отстойные поля или р. Сестру.

Хотя процент сброса грунта и не превосходил заданной нормы, однако самый сброс происходил не совсем так, как это предполагалось. Вместе с частицами пылевато-илистыми сбрасывались и песчаные частицы, причем последних было значительно больше, чем первых. Наблюдались случаи, когда в сбросе некоторые фракции были представлены бо́льшим процентом, чем в пульпе, что объяснялось размывом текущей пульпой ранее отложенного в дамбе грунта. В отдельных случаях сброс достигал 30%.

Совершенно очевидно, что сброшенный грунт в значительной своей части представлял собой материал, необходимый для образования ядра, и его нужно было бы задержать в ядре. Однако по ряду причин этого достигнуть не удалось.

Осаждение мелких фракций в прудке было затруднительно вследствие того, что из-за постоянного запоздания с подготовкой основания намыв дамб производился на участках длиной от 50 до 200 *м* вместо нормальных 600 *м* по проекту, кроме того сжатые сроки вынуждали форсировать намыв. Отсутствие опыта по намыву дамб и общий недостаток опыта по гидромеханизации удлиняли освоение как работы механизмов, так и самого процесса намыва, в силу чего весь период работ затянулся до морозных дней.

Однако качество намывных дамб получилось вполне удовлетворительным. При двухстороннем намыве дамб слоями высотой от 0,5 до 1,0 *м* в теле дамбы образовывалось ядро из мелкозернистого материала.

Типичный материал, отложившийся в ядре, представляет собой мелкозернистую супесь следующего механического состава:

частиц крупностью	более 0,1 *мм*	30—40%
„ „	от 0,1 до 0,01 *мм*	50—60%
„ „	меньше 0,01 *мм*	5—10%

Материал с большим содержанием мелких частиц лежит ниже отм. 119,0—120,0.

Содержание фракций крупнее 0,1 *мм* уменьшается по направлению к ядру и увеличивается к откосам; содержание частиц мельче 0,01 *мм* хотя и незначительно, но все же увеличивается по направлению к ядру, а содержание промежуточной фракции от 0,1 до 0,01 *мм* очень быстро увеличивается в направлении к ядру.

Правильное отложение грунта в ядре в отдельных случаях нарушалось образованием языков или прослоек песка, уменьшающих сечение ядра, иногда даже прорезающих ядро насквозь и тем самым создающих возможность значительной фильтрации через ядро по этой прослойке. Язык является как бы продолжением упорной призмы в пределах ядра.

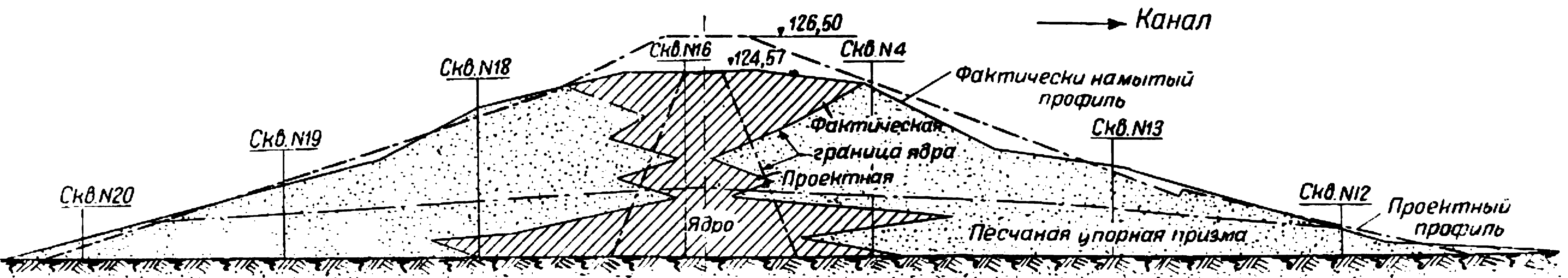
Вынос песка в ядро легко происходил при подаче пульпы с малым содержанием грунта (меньше 5%), которая частично размывала внутренние откосы и относила песок к ядру [2].

Неодновременный намыв с обеих сторон также почти неизбежно приводил к перемыву ядра песком на всем его протяжении, так как получался односторонний намыв и ядро сдвигалось то к одному, то к другому откосу; в зоне ядра оставался песок, а ядерный материал отлагался случайными линзами. К сожалению односторонний намыв производился довольно часто вследствие засорения выпускных труб или одной из вет-

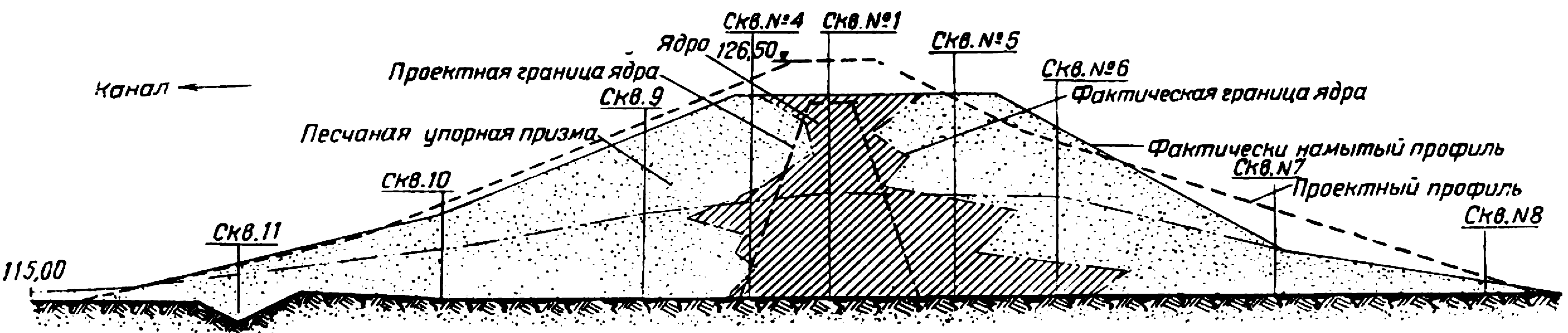
---

[1] О работе битумных мат см. подробно в выпуске „Гидротехнические сооружения канала".

[2] Вынос песка к ядру несомненно происходил также и при промывке пульповодов, когда пульпа поступала с малым содержанием однородного песчаного грунта.



Фиг. 56. Поперечный профиль Сестринской намывной дамбы (восточной) на пк 6/7 + 20 по данным бурения от 10—14/IX 1936 г. (район „Техника").



Фиг. 57. Поперечный профиль Сестринской намывной дамбы (западной) на пк 6/7 + 20 по данным бурения от 3—10/IX 1936 г. (район „Техника").

вей разводящего пульповода, чем и объясняется зигзагообразный профиль полученного ядра (фиг. 56 и 57).

В ряде случаев сильно волнистое очертание ядра свидетельствует о значительных сдвигах ядра во время намыва по направлению к внешним призмам дамбы.

Особенно заметны были сдвиги в случае спуска воды из более или менее глубокого прудка. Замечено, что сползание песчаных откосов прудка в ядро в этом случае может принять очень серьезный характер, угрожая засыпать ядро песком. При образовании значительного уклона по оси дамбы в ядре также отлагался только песок, а мелкие фракции выносились с отводимой водой.

Кроме песчаных языков, прорезывающих ядро, сплошные песчаные перемычки на всем сечении дамбы образовывались на всех участках сопряжений отдельных участков намыва, число которых было значительно. Для сопряжения уплотненного ядра ранее намытой части с ядром намываемого участка в торцах уже намытых дамб вырывали зуб размером $2 \times 2 \times 2$ *м* в виде уступов и уже затем производили новый намыв. При жидком ядре зуб образовывали частичным осторожным выпуском пульпы из ранее намытого участка во вновь намываемый. Водонепроницаемость материала ядра в среднем его составе определялась коэфициентом фильтрации, значение которого колебалось от 0,00*A* до 0,000*A*. Грунт в ядре был мелкозернистым: прослойки глинистые чередовались с прослойками супеси и мелкого песка.

Коэфициент фильтрации материала ядра вообще зависит от мощности песчаных прослоек. Если прослойка песка по мощности не больше глинистых, тогда коэфициент фильтрации имеет значение порядка 0,0000*A* — 0,00000*A*. Если же мощность песчаного прослойка значительна, тогда водопроницаемость резко увеличивается и коэфициент фильтрации достигает значения 0,000*A*. В тонкослоистом отложении песчаного материала коэфициент фильтрации почти не меняется от того, как происходит фильтрация — по слоям или нормально к ним. Если же слой песка имеет незначительную мощность, тогда коэфициент фильтрации резко увеличивается, если фильтрация происходит по направлению слоев.

Степень уплотнения грунта, уложенного в дамбу, может быть охарактеризована двумя величинами: процентом пор и коэфициентом относительного уплотнения по проф. Терцаги. По Хазену процент пор является лучшим показателем состояния материала, выражая степень его уплотнения и устойчивости.

Для ядра была получена порозность более 40%, причем образцы ядра брались лишь в наиболее уплотненной песчаной части. Отложения с большим содержанием глинистых частиц находились в то же время в жидком состоянии и определения их порозности не производилось вследствие невозможности взять пробы из-за несовершенства имевшихся грунтоносов.

Для упорных призм процент пор колебался между 35 и 38%, причем порозность увеличивалась к оси дамбы. Абсолютное значение порозности как ядра, так и призм чрезвычайно велико. Для укатанных земляных сооружений найденное значение порозности характеризовало бы довольно рыхлое состояние грунта. В условиях же намывного сооружения грунт с тем же процентом пор представлял собой очень плотную массу. И в действительности, коэфициент относительного уплотнения показывал значительную уплотненность упорных призм (0,6—0,8).

Это объясняется тем, что грунт укладывался весьма однородный — результат фракционирования при намыве, а однородный грунт независимо от своей плотности имеет больший процент пор, нежели неоднородный. В последнем между крупными частичками в порах укладываются мелкие.

В тех местах, где быстро текущий поток пульпы образовывал местные завихрения, грунт при укладке получал рыхлую структуру. В этих слу-

чаях частицы грунта независимо от их крупности укладывались с порозностью более 40% и образовывали „карманы".

Такой карман представляет собой линзу из рыхло уложенного водонепроницаемого грунта, нередко соединяющуюся с жидким ядром и являющуюся как бы продолжением ядра в упорной призме.

Чем ближе карман расположен к откосу, тем меньше устойчивость наружной призмы, и это может привести к оползанию сооружения.

Фильтрация через откосы была незначительной. Наибольшее же количество воды благодаря смещению частиц грунта под давлением вышележащих слоев вытеснялось из пор в вертикальном направлении.

з) Аварии при намыве

При общем объеме намытых дамб около 660 000 $м^3$ объем грунта, унесенного из дамб при оползнях, был около 50—60 тыс. $м^3$, что составляет 10% полного объема.

Учитывая новизну намыва высоконапорных сооружений в СССР, трудные условия намыва (мелкие участки) и отсутствие опыта, приобретенного лишь во время работы, а также мелкозернистость грунтов, эти аварии следует признать незначительными.

На пк 6/8+40 западной дамбы произошла авария из-за большого гидростатического давления ядерного материала на шпунтовую перемычку торцевого водослива. При напоре около 4 *м* шпунтовая перемычка наклонилась в сторону р. Сестры, поток был сдвинут, звено пульповода вырвано, в результате чего вытекло около 1 000 $м^3$ материала из ядра.

Подобная же авария произошла и на восточной дамбе, где под напором жидкого грунта ядра была сколота кромка шпунтового паза стоек торцевого водослива, сорван лоток и вытекло некоторое количество материала.

Неоднократно происходили аварии из-за того, что давление ядра в водосбросных колодцах выпирало шандорные доски шахтного колодца и выламывало их, а при небрежном устройстве дна колодца наблюдались случаи выпирания досок из дна. Случаи неустойчивости упорных призм и происходящих вследствие этого аварий по американской практике можно свести в основном к двум группам: 1) давление жидкой массы ядра превышает силу трения грунта упорной призмы; 2) гидростатическое давление в порах грунта самой упорной призмы превышает силы внутреннего трения.

Случаев первой группы при намыве Сестринских дамб не наблюдалось и вообще при слабоглинистом и довольно быстро уплотняющемся ядре и мощном профиле упорных призм такое явление легко устранить. Зато сравнительно часто наблюдались такие случаи: мелкозернистый песок иногда укладывался очень рыхло с порозностью, значительно большей, чем 40%, причем поры были заполнены водой. Частицы грунта оказывались как бы взвешенными, грунт становился текучим и начинал выплывать из откоса в виде жидкой массы.

Наконец следует упомянуть еще один случай неустойчивости упорной призмы, наблюдавшийся при намыве западной дамбы через Сестринскую трубу. Намыв грунта производился на бетонное основание между бетонными водонепроницаемыми стенками. Фильтрующая вода из пруда сосредоточенным потоком проходила вдоль шандорной будки и бетонного упора. Откосы песчаных призм в этих местах поплыли и произошли оползания призм и вытекание ядра. При намыве восточной дамбы в таких же условиях никаких затруднений не наблюдалось, так как намыв производился здесь без ядра и вдоль бетона был уложен фильтр.

Большая часть мелких аварий на Сестринских дамбах происходила в результате прорыва небрежно сооруженного защитного обвалования, причем чаще всего это наблюдалось при одностороннем намыве

и в ночное время, особенно в холодные осенние ночи. При условии устройства упорных валиков строго определенного профиля при запасе обвалования не менее 0,5 *м* по высоте возможно добиться полного устранения подобных прорывов.

Остальные аварии произошли по конструктивным причинам и из-за небрежного устройства водосливных приспособлений, засорения водосбросных труб, неправильного состояния разводящей сети, когда из-за течи трубопроводов размывало защитные валики и т. п.

и) Показатели и итоги работы установок

Работа установки № 19 по намыву Сестринских дамб в 1936 г. характеризуется показателями, данными в табл. 32.

Таблица 32

№ п/п	Показатели	Измерит.	Июнь	Август	Октябрь	Ноябрь	В среднем за весь год
1	Размыто грунта	*м*	48 736	137 139	263 717	137 761	846 651
2	Унос и потери к размытому грунту	%	21,8	24,8	20,1	17,6	22,5
3	Среднесуточная производительность установки	*м*	1 625	5 070	8 500	6 250	4 850
4	Число установок землесосов на первом подъеме 800 $м^3$/*час*	шт.	4	8	12	10	12
5	Производительность землесоса 800 $м^3$/*час*:						
	а) в сутки	$м^3$	815	785	940	840	790
	б) в час чистой работы	"	153	96	98	77	98
6	Коэфициент использования	%	22	34	30	46	33,6
7	Расход электроэнергии на 1 $м^3$ грунта	*квт-ч*	5,8	8,3	7,0	9,2	7,7
8	Производительность рабочего в смену	$м^3$	11,4	14,6	13,4	14,9	12,9
9	Стоимость 1 $м^3$ насыпи	руб. и коп.	4—14	4—43	3—45	5—53	4—06

Как видно, развернуть работу установки полностью удалось только в октябре 1936 г. За последние два месяца — октябрь и ноябрь — было выполнено около 50% работы по возведению насыпи.

Действительная стоимость работы превзошла проектную. По отдельным статьям эта стоимость распределялась следующим образам: 1) зарплата — 20,2%, 2) эксплоатационный материал — 1,5%, 3) электроэнергия — 39,1%, 4) текущий ремонт—0,8%, 5) амортизация—6,1%, 6) прочие расходы — 32,3%.

Коэфициент использования работавших землесосов был чрезвычайно низок и составлял всего 33,6% от сменного времени. Простои достигали 66,4%, причем распределялись они следующим образом: 1) механические (ремонт) — 21,8%, 2) электротехнические — 1,6%, 3) водопроводные — 2,3%, 4) пульповодные — 13,9%, 5) передвижки плашкоутов — 12,3%, 6) отсутствие тока — 1,4%, 7) прочие — 13,1%.

3. НАМЫВ ОРЕВСКИХ ПРИКАНАЛЬНЫХ ДАМБ

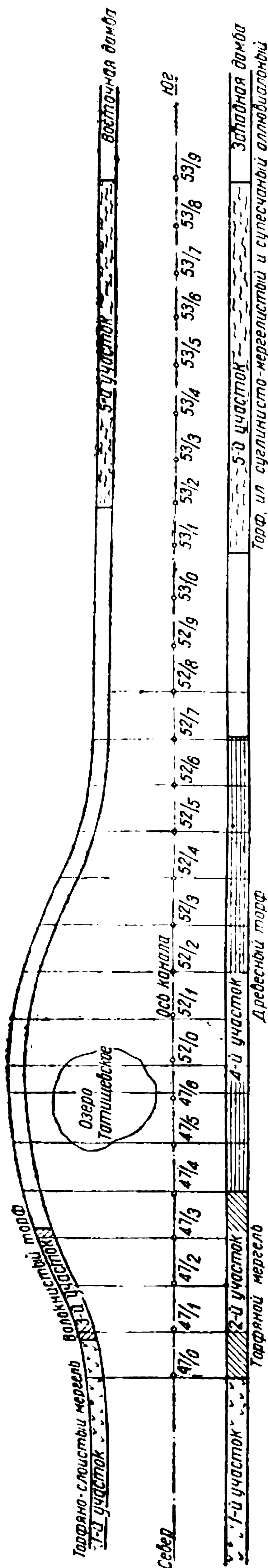
Дамбы на Татищевском болоте в Оревском районе фактически являются первыми намывными дамбами на строительстве канала Москва — Волга, причем первоначально они намывались непосредственно из выемки под канал. Такое сочетание работ, разумеется, весьма выгодно, ибо один и тот же объем грунта является дважды профильным.

Особенностью намыва Оревских дамб явилось то обстоятельство, что они, во-первых, намыты из мелкозернистых песков и, во-вторых, основание под дамбами состояло из весьма неустойчивых мягких грунтов: торф, аллювиальный ил и торфяной мергель.

Намечавшееся ранее строительством удаление торфяного основания до минерального дна было осуществлено лишь в северной части Татищевского болота на протяжении 1,0 *км* (фиг. 58). Таким образом приш-

лось разрешать совершенно новую строительную проблему: намыв дамб на торфяном основании.

Как показала практика, и эта задача была в течение 1935 и 1936 гг. разрешена положительно.



Фиг. 58. Расположение участков намыва Оревских дамб (Татищевское болото).

а) Организация намыва в 1935 г.

В 1935 г. намыв сочетался с выемкой грунта из котлована канала на разрабатываемом участке, пересекавшем заболоченную местность.

Запасы песка на участке канала, предназначенном для выемки и уже частично выработанном вручную, были недостаточны для намыва приканальных дамб; поэтому на данном участке было частично произведено уширение канала и углубление его на 1—1,5 *м*. Средняя глубина выемки была 4—5 *м*.

Разрабатываемые грунты по преимуществу состояли из аллювиальных кварцевых песков, которые подстилались, начиная с отм. 120, мощными желто-серыми, сильно заиленными супесями. В толще мелкозернистых песков линзами встречались пески с содержанием крупного гравия. Грунт имел следующий гранулометрический состав:

Крупность в *мм*	%
1,00—0,5—0,25	—26,9
0,25—0,05	—70,8
0,05—0,02	— 0,3
0,02—0,01	— 0,2
0,01—0,0005	— 1,8

Действующий диаметр зерна был 0,059, коэфициент фильтрации — 0,0019 *см/сек*, коэфициент плотности, выведенный по методу проф. Терцаги, 0,81 — 0,89, в среднем 0,85. Угол естественного откоса под водой 28—29° и в воздушно-сухом состоянии — 33°, удельный вес 2,65 и объемный вес в среднем 1,71—1,73.

б) Описание установки

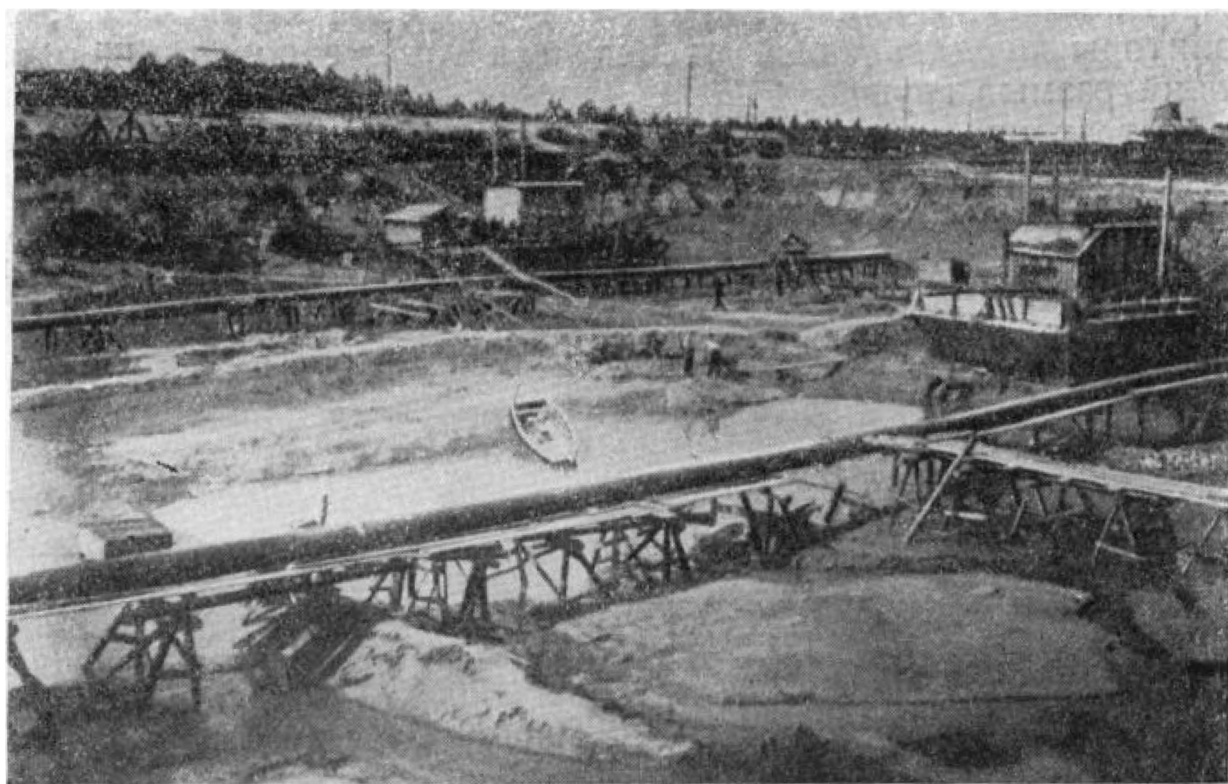
Установка состояла из двух деревянных плашкоутов шириной 6 *м*, длиной 12,4 *м* и высотой 3 *м* (фиг. 59).

Первый плашкоут был оборудован: землесосом $Q = 800$ *м³/час*, электромотором 190 *квт*, 6 000 *в*, 585 об/мин, двумя насосами Сумского завода $Q = 660$ *м³/час*, $H = 43$ *м* и электромоторами к ним 140 *квт*, 380 *в*, 1 450 об/мин.

Второй плашкоут имел то же оборудование, только землесос имел электромотор 340 *квт*, 6 000 *в* и 750 об/мин. Вся пусковая электрическая аппаратура была смонтирована в трюме.

На палубе каждого плашкоута в носовой его части были установлены по краям по два гидромонитора системы „Хэнди", подвод воды к которым был осуществлен от выкидного па-

трубка каждого насоса отдельным трубопроводом, уложенным на палубе по обеим ее сторонам. Забор воды насосами производился из водоема, расположенного непосредственно за плашкоутами. Для отделения этого водного бассейна от рабочего забоя непосредственно за плашкоутами насыпались вручную земляные перемычки необходимой высоты.



Фиг. 59. Первые два плашкоута в Оревском районе.

Вес порожнего плашкоута составлял около 20 *т*, а вместе с оборудованием и уравновешивающим грузом — около 80 *т*.

в) Схема размыва грунта

Кроме четырех гидромониторов, смонтированных непосредственно на плашкоутах и работавших встречными забоями, на дне рабочего забоя были установлены еще четыре гидромонитора (по одному с каждой стороны плашкоута и два — между плашкоутами), работавшие также встречным забоем.

Как правило, размыв грунта велся гидромониторами, установленными на дне забоя, а плашкоутные гидромониторы вступали в работу только как резервные, а также в начале размыва при образовании зумпфа землесоса (приемной воронки) и в случае необходимости очистки канав, подводящих пульпу к землесосам.

В процессе размыва плашкоуты устанавливались на дне забоя на отм. 122,25, т. е. ниже проектного дна канала на 2,25 *м*, причем размыв грунта производился следующим образом. Вначале плашкоутными гидромониторами разрабатывался зумпф для всасывающей трубы землесоса. После того как был приготовлен достаточной глубины зумпф и всасывающая труба землесоса опущена в него, плашкоутные гидромониторы выключались, и начинали работать нижние гидромониторы.

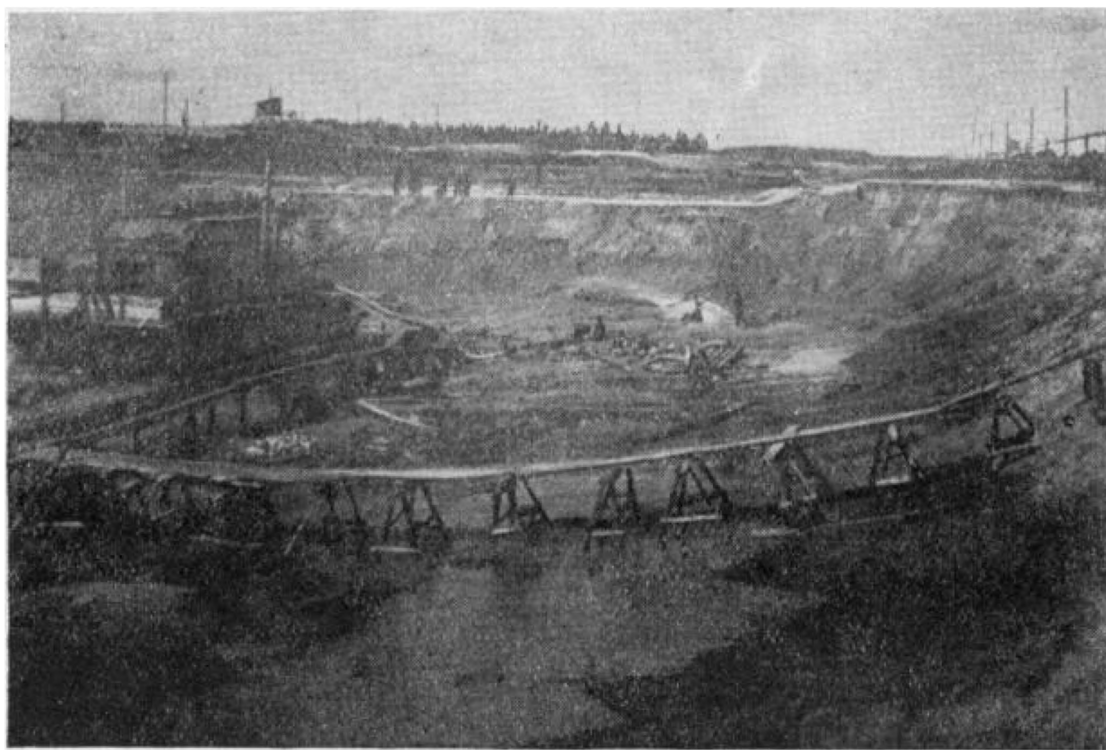
Для устранения растекания пульпы по дну забоя и для обеспечения надежного подтекания ее в зумпф сначала пробивалась неглубокая канава от зумпфа до стенки забоя, после чего способом подбоя производился размыв грунта. Гидромониторщик, управляя струей воды, все время следил за тем, чтобы пульпа направлялась к землесосу по канаве, а не растекалась бы по всей площади дна забоя.

В случае заплывания канавы грунтом немедленно производилась прочистка его или плашкоутными гидромониторами или нижними в зависи-

мости от того, каким из них было удобно и экономично осуществить эту работу.

Выемка из забоя велась, начиная с центральной его части, с постепенным удалением в стороны (вправо и влево от плашкоутов), по всей ширине, принимая во внимание давление струи и характер грунта; дальность боя струи не допускалась более 10—15 *м*. После выемки определенной части забоя на длину 10—15 *м* трубопровод наращивался, нижние гидромониторы передвигались вперед и в том же порядке продолжался дальнейший размыв грунта.

Для устранения переполнения зумпфа пульпой и растекания ее за пределы зумпфа вне сферы действия землесоса необходимо было уровень пульпы в зумпфе все время поддерживать на определенной отметке — ни в коем случае не выше отметки дна плашкоута, на что обращалось самое серьезное внимание.



Фиг. 60. Разработка выемки плашкоутной установкой № 1.

Для сохранения возможно большей высоты забоя при достаточном для транспортирования пульпы уклоне дна забоя передвижки плашкоутов производились через 40—50 *м*. В том случае, когда это не выполнялось, требовалась длительная работа по уменьшению крутизны дна забоев и еще более длительная работа по углублению траншеи для передвижки плашкоутов.

г) Передвижка плашкоутов

По окончании размыва отведенного забоя и приготовления плашкоутных канав передвижка плашкоутов в новое рабочее положение производилась в следующей последовательности: 1) поднималась из зумпфа всасывающая труба землесоса; 2) напорные патрубки землесосов разъединялись от своих пульповодов и последние наращивались до места новой стоянки плашкоутов; 3) нижние гидромониторы отсоединялись от трубопроводов и передвигались в новое рабочее положение; 4) электролиния отключалась от обоих плашкоутов; 5) перекапывались все перемычки и обе канавы наполнялись водой до всплывания плашкоутов, что имело место при глубине воды примерно в 1,25 *м*.

В плавающем состоянии плашкоуты без особого труда, вручную при помощи канатов, перемещались в конец забоя, после чего производилась

установка плашкоутов в новом рабочем положении в следующей очередности: 1) прекращался доступ воды в канавы; 2) тяговые канаты плашкоутов закреплялись за якорные столбы; 3) при помощи землесосов производилась откачка воды из плашкоутных канав до тех пор, пок плашкоуты не опускались на дно канавы; 4) насыпались перемычки, отделяющие канавы от будущего забоя; 5) пульповоды соединялись с напорными патрубками землесосов, а трубопровод — с гидромониторами; 6) электролиния приключалась к мачтам плашкоутов; 7) плашкоутные канавы сзади наполнялись водой до определенного уровня.

д) Водоснабжение

Первоначальный объем воды был получен с Татищевского озера по водоподводящей канаве, вообще же установка работала на оборотной воде. Осветленная вода поступала с места намыва грунта. Кругооборот воды по величине расхода был стабильным, даже с некоторым запасом, так как приток грунтовых вод несколько превышал потери на испарение и фильтрацию.

Из водоподводящей канавы вода поступала в выработанный забой, из которого далее поступала в плашкоутные канавы. Регулирование подачи воды производилось специальным затвором, установленным в конце водоподводящей канавы.

По проекту было принято, что на размыв 1 $м^3$ грунта расходуется 8 $м^3$ воды. Практически расход воды получился меньшим — среднее соотношение воды к грунту составило 6,6 : 1, а в ряде случаев — 4 : 1.

е) Намыв

По предложению грунтовой комиссии строительства при намыве Оревских приканальных дамб было признано целесообразным отступить от двухстороннего способа их возведения и производить односторонний намыв из трубопровода, уложенного вдоль дамбы непосредственно со стороны мокрого ее откоса. При этом имелось в виду, что при таком способе намыва значительная часть крупных частиц будет откладываться в сторону мокрого откоса, а основное ядро сдвинется в сторону кавальера[1], что должно было, с одной стороны, обеспечить большую прочность сооружения, а с другой стороны — вдвое уменьшить длину трубопроводов. В дальнейшем для уменьшения объема намываемых дамб односторонний намыв производился в среднем до отм. 127, выше же этой отметки велся двухсторонний намыв.

Проектный профиль дамбы имел откосы в сторону канала 1 : 4 (от подошвы до бермы) и 1 : 2,5 — выше бермы до бичевника, а в сторону кавальеров откос выше отм. 127 имел уклон 1 : 1,5. Образовавшаяся между сухим откосом дамбы и откосом кавальера пазуха выше отм. 127 в последующем выравнивалась грунтом из кавальера.

Дамба намывалась отдельными участками длиной 250—300 *м* и в две очереди по высоте — первая очередь до отм. 128,5 и вторая — до отм. 132,5 (фиг. 61). Грунт вдоль тела дамбы распределялся при помощи деревянного пульповода общей длиной около 1 200 *м*, уложенного на эстакаде, идущей на расстоянии 12 *м* в сторону канала от оси дамбы, причем для первой очереди намыва пульповод укладывался на отм. 129,2 и для второй — на отм. 132,5.

Выпуск пульпы из труб осуществлялся одновременно на определенной длине пульповода через просверленные в нем отверстия диаметром 40—50 *мм*, расположенные с двух сторон под углом 30° и на расстоянии 1—2 *м* один от другого. По мере надобности отверстия эти закрывались деревянными пробками.

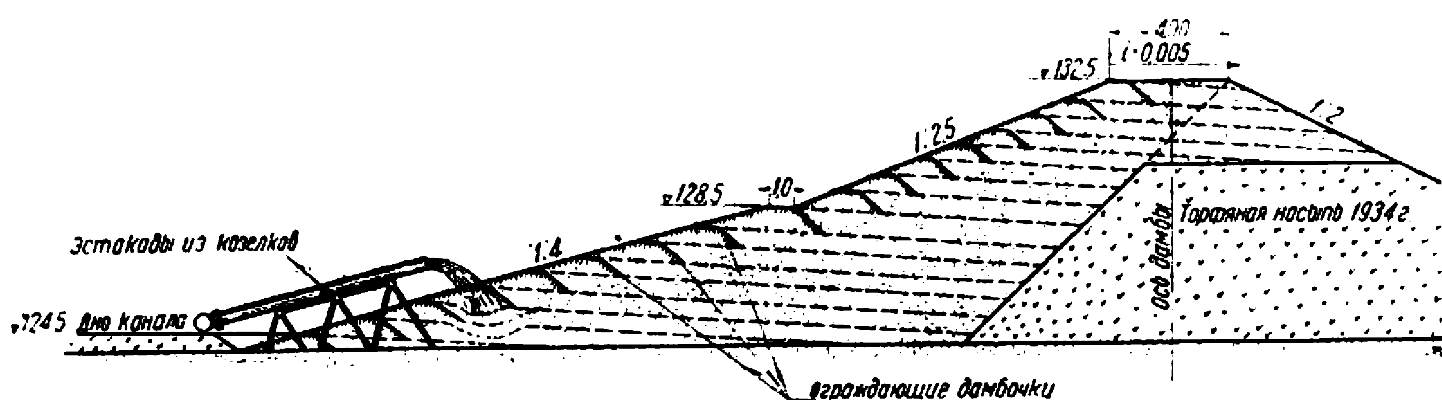
---

[1] Со стороны сухого откоса были кавальеры из торфяных грунтов.

При помощи деревянных лотков, установленных под отверстиями в трубах, пульпа по проекту должна была направляться возможно ближе к мокрому откосу дамбы для того, чтобы более крупный грунт откладывался бы в этой части сооружения, а более мелкий вместе с водой стекал бы в прудок (для образования ядра).

В начале намыва рабочий участок отгораживался от соседнего участка поперечной перемычкой, устраиваемой намывным или ручным способом. На практике в большинстве случаев лотки не применялись, и намыв производился непосредственно из отверстий в пульповоде. Пульпа стекала по уклону к бровкам, затем поворачивала вдоль намываемого поля и извилистыми ручьями текла к отстойнику.

Так как ручьев было много и направление их было различно, то и распределение фракций в теле дамбы не имело строго закономерного характера. Большая часть намытого грунта имела частицы крупностью от 1 до 0,25 *мм* и от 0,25 до 0,05 *мм*. Обе фракции почти равномерно распределялись по профилю дамбы и только в отдельных случаях процент среднезернистых частиц от мокрого откоса плавно уменьшался по направлению к сухому, и наоборот, процент мелкозернистых и пылеватых частиц соответственно возрастал.



Фиг. 61. Схема намыва западной дамбы на пк 47/3 + 20 (Оревский район).

Из намытого песка со стороны канала возводились ручным способом с хорошим уплотнением оградительные дамбочки высотой 0,5 *м*.

Спуск воды из отстойного прудка производился в конце участка намыва при помощи открытых лотков и шахтных водоспусков в водоотводящую канаву, идущую по оси канала. Опыт показал, что путем регулирования зеркала воды возможно осадить в нем все более или менее крупные частицы грунта и при этом только незначительная часть грунта — самые мелкие частицы — уносится водой.

Осадка намытой толщи песка в случае намыва на твердом основании не превышала 30%. Осадка мягкого основания в отдельных случаях доходила до 50%.

Качество намытых дамб считалось высоким, однако в отдельных случаях при одностороннем намыве без тщательного соблюдения установленных правил в отстойниках отлагались пылевато-илистые и глинистые частицы, образовывавшие „карманы", наполненные жижей, или так называемые „зыбуны" (с течением времени зыбуны отдают воду и доходят до нормального уплотнения).

Откосы намытых дамб получились вполне устойчивыми. Исключением явились некоторые участки, где наблюдались просадки и сдвиги откосов в период намыва и после него до наполнения канала водой. Это было преимущественно в конце участков намыва вблизи шахтных колодцев. Объяснялось это тем, что намыв производился неправильно и у перемычек отлагались мельчайшие частицы непосредственно у мокрых откосов, в результате чего и произошло в некоторых случаях выпучивание откосов. Пригрузка гравием этих аварийных мест с укладкой фильтра дала вполне благоприятные результаты, и откосы в этих местах оползней не имели.

В целом намытые дамбы как безнапорные, представляющие собой лишь упорные призмы торфяных кавальеров, вполне устойчивы и не угрожают никакими авариями, что и отмечено в приемочных актах Правительственной комиссии.

ж) Показатели работы

Всего установкой было размыто 341 933 *м*³, из них в пределах профиля канала 317 027 *м*³ и намыто в приканальных дамбах 330 530 *м*³ грунта. Работа производилась с начала июня по 19 ноября 1935 г. Характеристика работы установок по намыву Оревских дамб дана в табл. 33.

Таблица 33

№ п. п.	Показатели	Измер.	Июль	Сентябрь	Ноябрь	За год
1	Размыто грунта всего (без потерь)	*м*³	59 982	98 928	19 865	341 933
2	„ „ из канала	„	59 982	86 474	17 879	317 027
3	Намыто в дамбы	„	55 380	98 928	19 865	330 530
4	Производительность установки в сутки	„	1 940	3 300	1 530	2 030
5	Число землесосочасов чистой работы	час.	434	871	294	3 100
6	Производительность землесоса в сутки	*м*³	970	1 650	765	1 120
7	„ „ „ час чистой работы	„	138	113	63	110
8	„ рабочего в смену	„	11,9	12,9	6,0	11,2
9	Коэфициент использования землесоса	%	58,5	60,4	47,6	42,5
10	Расход воды на 1 *м*³ грунта	*м*³	4,8	5,8	9,7	6,6
11	„ электроэнергии на 1 *м*³ грунта	*квт-ч*	2,0	3,5	6,0	3,4
12	Стоимость выемки	руб. и коп.	0—96	0—97	2—11	1—02
13	„ насыпи	„ „ „	1—55	1—72	3—00	1—68

Простои установок в среднем составляли 57,5% от общего времени работы и по видам распределялись на: 1) механические — 18,1%. 2) водопроводные — 5,4%; 3) пульповодные и на намыве — 7,2%; 4) передвижки плашкоутов — 18,0%; 5) разные — 8,8. В сентябре же простоев было только 39,6%, в том числе передвижки заняли только 8% всего времени;

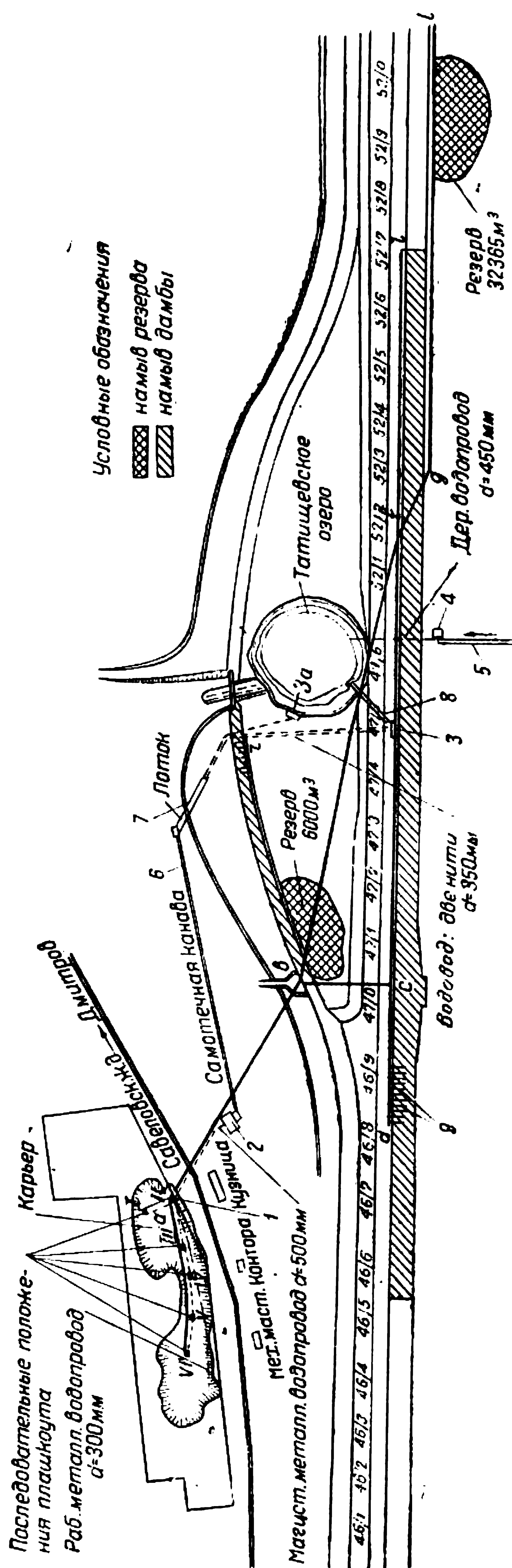
4. НАМЫВ ПРИКАНАЛЬНЫХ ДАМБ НА ПК 46/5—53/1 КАНАЛА В 1936 г.

Первый опыт сооружения приканальных намывных дамб, произведенный в 1935 г. в Оревском районе, доказал не только техническую возможность намыва дамб из пылеватых, мелкозернистых песков, но выявил полную рентабельность примененного способа гидромеханизации как в производственном, так и в экономическом отношении.

Поэтому в 1936 г. было решено дальнейшее сооружение приканальных дамб в Оревском районе производить способом гидромеханизации. Ложе канала, имевшее песчаные грунты, к этому времени было разработано, и для дальнейшего сооружения приканальных дамб грунт необходимо было найти в расположенных вблизи дамб песчаных карьерах. Расстояние транспортировки грунта из карьеров до дамб достигало 2 *км*, и это обстоятельство дополнительно подтверждало целесообразность применения гидромеханизации.

а) Объемы работ

По проекту на участке канала между пк 46/5—53/1 намечалось произвести следующие работы (фиг. 62): 1) на восточной стороне канала закончить намыв дамбы от пк 46/7 до 47/0 + 40, незаконченной в 1935 г.; объем работ на этой дамбе определялся в 10 000 *м*³; 2) на западной: а) закончить дамбу между пк 46/5 + 50 — 47/0 + 40 с объемом 52 460 *м*³; б) намыть дамбы между пк 47/0 + 40 — 52/7 с объемом 271 540 *м*³; 3) произвести



Фиг. 62. Схемы работы установки № 16 (Оревский район):

1 — плашкоутная установка: 2 землесоса МВС $Q = 800$ м³/час, $H = 30$ м; 2 — насосная станция высокого давления: 1 центробежный насос завода „Борец" $Q = 1\,700$ м³/час, $H = 84$ м; 3 — насосная станция низкого давления: 3 центробежных насоса Мелитопольского завода $Q = 385$ м³/час, $H = 18$ м; 3а — первичное положение насосной станции низкого давления; 4 — насосная станция низкого давления для подачи воды из р. Яхромы в озеро: 3 насоса каждый с $Q = 385$ м³/час, $H = 18$ м; 5 — самотечная канава на р. Яхроме; 6 — самотечная канава к насосной станции высокого давления; 7 — лоток; 8 — самотечная канава от озера к насосной станции низкого давления; 9a-b-c — первое положение магистрального пульповода $d = 450$ мм; a-b-f — второе положение; a-b-f-d-i — третье положение; a'b-f — первое положение рабочего пульповода $d = 300$ мм; f-e — второе положение; p-r — третье положение.

намыв под упорные призмы на восточной и западной сторонах между пк 52/8 — 53/1 объемом 62 000 $м^3$.

Общий объем работ по возведению насыпей составлял 396 000 $м^3$.

В действительности в силу ряда производственных условий как фронт намыва, так и объем пришлось изменить, а именно: окончание восточной дамбы между пк 46/7 — 47/0 + 40 было осуществлено **сухим** способом с транспортом грунта грабарками. Вместо этого была намыта пригрузка высотой в 0,5—1,0 *м* и верх восточной обходной дамбы высотой от 2 до 4 *м* между пк 47/1 + 60 и пк 47/3 объемом 14 750 $м^3$, кроме того на уширенной части канала был намыт резерв объемом около 6 000 $м^3$, который в дальнейшем был использован на оформление восточной обходной дамбы и паромной переправы.

На западной стороне, как и было намечено по проекту, был окончен намыв части дамбы между пк 46/5 + 60 и пк 47/0 объемом 57 700 $м^3$, а между пк 47/0 и пк 52/7 была намыта пригрузка уже готовой торфяной дамбы со стороны ее мокрого **откоса** объемом 105 268 $м^3$. Между пк 52/8 — 53/1 за

торфяной опытной дамбой был намыт резерв объемом 32 365 $м^3$, который был использован на сооружение западной дамбы в пределах дюкера и между пк 47/4 и пк 52/7 было намыто около 2 800 $м^3$, а между пк 46/5 + 60 и пк 47/0 была замыта пазуха объемом 1 413 $м^3$.

Всего установкой № 16, работавшей на данном участке, было намыто 220 296 $м^3$ и размыто 270 967 $м^3$ грунта.

Резкое уменьшение объема работ, изменения мест работы установки, происходившие в силу производственных причин на ходу, и другие неполадки в работе установки отрицательно сказались как на производственном, так и на экономическом эффекте работы установки.

б) Геология карьера

Грунт для устройства насыпей брался из песчаного карьера, расположенного на восточной стороне канала за Савеловской линией Ярославской железной дороги между пк 46/1—46/7. Карьер содержал преимущественно мелкозернистые и среднезернистые пески с большим процентом пыли и ила с небольшими включениями крупного гравия и валунов. Общая протяженность карьера — 500 *м*, ширина 140 *м*, средняя мощность залегания продуктивного исследованного слоя — около 7 *м*, объем грунта в карьере не менее 420 000 $м^3$.

Карьер имел три отдельных слоя, резко отличавшихся по своему гранулометрическому составу и физическим свойствам напластований. Верхний слой, который покрывал морену, имел толщину 0,7—2 *м*, а в отдельных местах и до 5 *м*; его гранулометрический состав следующий:

Наименование	Гравий	Песок крупнозернистый	Песок среднезернистый	Песок мелкозернистый	Пыль	Ил	Глина
Размеры в *мм*	3	3—1	1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	< 0,005
%	0,8	2,2	16,7	59,1	11,2	6,0	4,0

Действующий диаметр зерна 0,01 *мм* и коэфициент неоднородности 15,0.

Практикой намыва было установлено, что такой грунт вполне пригоден для разработки и возведения насыпей в тех случаях, когда фронт работы имеет достаточную ширину и когда имеется возможность создать уклоны к прудку, создав упорные призмы у начала откосов. Фактически намыв в Оревском районе проводился при узком фронте работы. Во время этой работы пригружались откосы торфяной дамбы, имевшие ширину намыва от 1 до 5 *м*.

Второй слой, лежащий под тощей моренной супесью, содержал мелкозернистый песок. Имелись прослойки песка, сцементированные и окрашенные окисью железа, по толщине достигающие 0,5 *м*, особенно затруднявшие размыв, а также и транспортировку пульпы. Только очистка зумпфа от камней гидромонитором и специально установленная на всасывающей трубе землесоса сетка давали возможность вести работу.

Мелкозернистый же песок очень легко размывался и транспортировался по трубам при густой консистенции пульпы. Грунт карьера имел следующий гранулометрический состав:

Наименование	Песок среднезернистый	Песок мелкозернистый	Пыль	Ил	Глина
Размеры в *мм*	1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	<0,005
%	2,22	85,19	5,83	4,99	1,68

Действующий диаметр зерна 0,03 *мм*, коэфициент неоднородности — 4,3. Третий слой, лежащий между отм. 136,0—133,0, состоял из смеси песков мелкозернистого и среднезернистого с преобладанием мелкозернистого, с очень малым содержанием пылеватых и глинистых частиц.

в) Организация работ

Водоснабжение. Основным источником водоснабжения было Татищевское озеро, в случае недостатка воды предполагалось пополнять расход из р. Яхромы. На берегу озера в здании насосной низкого давления были установлены три насоса Мелитопольского завода $Q = 485$ *м³/час* с электромоторами 55 *квт* (из них один резервный). Каждый насос со своим электромотором монтировался на общей деревянной раме, прочно укрепленной на свайном деревянном основании.

От насосной низкого давления с отм. 127 вначале по трубам, а затем по открытым лоткам вода подавалась в приемный бассейн, откуда по канаве длиной 750 *м* подавалась в приемный колодец насосной высокого давления.

В насосной высокого давления был установлен один насос завода „Борец“ $Q = 1\,700$ *м³/час* с электромотором 680 *квт*, а для второго насоса — резервного — было лишь предусмотрено место. От насосной высокого давления вода по металлическому магистральному водопроводу $d = 500$ *мм* или $d = 300$ *мм* подводилась к рабочему участку размыва. В карьере от магистрали наращивались два рабочих водопровода $d = 300$ *мм*, к концам которых при помощи гибких шлангов $d = 200$ *мм* присоединялись гидромониторы „Хэнди“. В конце мая уровень воды в озере понизился настолько, что произошел оползень берега в месте расположения насосной низкого давления и ее пришлось демонтировать и вновь собрать в новом месте (пк 57/6), для чего соответственно был удлинен и водопровод, соединяющий насосную с приемным бассейном. Пополнение озера производилось второй насосной низкого давления, установленной на берегу самотечной канавы, питающейся от р. Яхромы. В этой второй насосной были установлены три насоса того же типа, как и в первой, с электромоторами 55 *квт*. Большей частью работал один насос, редко два и только в отдельные моменты требовался пуск всех трех насосов. От второй насосной низкого давления вода по деревянному трубопроводу $d = 450$ *мм* поступала в озеро, откуда по канаве длиной около 40 *м* подавалась в приемный колодец первой насосной низкого давления. Рабочая мощность электромоторов всех трех насосных — около 900 *квт*. Все насосы работали бесперебойно и исправно, требовалась лишь периодическая очистка приемных колодцев и канав от наносных песков.

Связь насосной низкого давления с насосной высокого давления осуществлялась при помощи телефона.

Все три насосные обслуживало 8 человек (в две смены), в том числе 2 машиниста на насосной и 6 мотористов.

Размыв грунта. Размыв грунта производился встречным забоем двумя гидромониторами „Хэнди“, которые при работе двух землесосов работали одновременно. В случае работы одного землесоса грунт размывался одним гидромонитором.

Землесосная станция. Транспортирование пульпы по проекту намечалось осуществить при помощи двух плашкоутных землесосных, из которых один плашкоут рабочий, а второй резервный, вступающий в работу во время передвижки рабочего плашкоута.

Ввиду недостатка оборудования к моменту пуска установки пришлось отказаться от резервного оборудования и ограничиться только одним рабочим плашкоутом. В связи с этим была несколько изменена и схема разработки карьера. Вместо разработки карьера двумя параллельными полосами рабочий плашкоут перемещался по оси карьера, разрабатывая его сразу во всю ширину.

В трюме плашкоута было установлено два землесоса МВС $Q = 800$ *м³/час*, $H = 30$ *м*, $n = 730$ об/мин, два электромотора по 300 *квт*, 6 000 *в*, 730 об/мин, два пусковых ящика ЯЖ-14 и два реостата. На палубе плашкоута были установлены две 1,5-*т* лебедки для подъема

всасывающих труб, трансформатор 6 000/380—20 *ква* для освещения и будка с телефоном для хронометражиста.

Для предохранения от попадания в землесос крупных камней всасывающие трубы были опущены в круглую без дна решетку $d = 1\,250$ *мм*, $H = 1\,500$ *мм* с прямоугольными отверстиями 60×60 *мм*. Решетка была сделана из круглого железа $d = {}^5/_8{}''$ и сверху имела конусное прикрытие, выполненное из того же материала, не позволявшее проникать крупным предметам внутрь решетки через ее край.

В качестве защиты от попадания в землесос крупных камней постановка вышеуказанных решеток вполне себя оправдала и в то же время способствовала налаживанию параллельной работы землесосов. Благодаря наличию решеток удалось прекратить частые срывы землесосов из-за забивания всасывающих труб крупными камнями.

Напорные линии землесосов при помощи низконапорных шлангов $d = 300$ *мм* были параллельно присоединены к общему пульповоду, смонтированному из деревянных звеньевых труб $d = 450$ *мм*.

Применение гибких шлангов в местах соединения землесосов с пульповодом хотя и облегчало такое соединение после каждой передвижки плашкоута, однако вследствие вырывания из шланга внутренней спиральной проволоки происходила закупорка ею пульповода. Для предупреждения такого явления необходимо проволоку удалять из шланга заранее. В высоконапорных шлангах обрыв внутренней проволоки не наблюдался.

За все время работы на данной установке было изношено полностью 2 корпуса землесосов и 5 рабочих колес, т. е. один корпус землесоса пропустил около 100 000 $м^3$ грунта, а одно рабочее колесо износилось после пропуска около 40 000 $м^3$ грунта.

Необходимо иметь в виду, что под полным износом корпуса понимается такое его состояние, когда ремонт является или невозможным или явно нецелесообразным.

Износ рубашек вала был незначительный — ниже установленной нормы, что указывало на хорошее поступление промывочной воды. Валов землесоса было сломано 2 шт.

Размыв и транспортировку пульпы в среднем в сутки обслуживало 20 человек, в том числе: 6 гидромониторщиков, 4 машиниста и моториста, 4 слесаря и 6 подсобных рабочих.

Магистральный пульповод. В начале работы установки при намыве участка западной дамбы между пк 46/5—47/0 магистральный пульповод был уложен, как это предполагалось в проекте. Позднее — в первых числах сентября, когда фронт значительно удалился и потери напора в пульповоде увеличились, было произведено спрямление магистрального пульповода (фиг. 62).

Несколько раньше этого, в середине августа, от магистрального пульповода был уложен дополнительный пульповод вдоль восточной обходной дамбы, которым намечалось намыть резерв песка на кавальере за восточной дамбой и на уширенной части канала.

Магистральный пульповод был собран из деревянных звеньевых труб $d = 450$ *мм*, причем значительная часть этих труб была в употреблении еще в 1935 г. на установке № 2—3, в связи с чем многие соединения труб (буртики и пазы) были сильно повреждены. Дополнительные пульповоды вдоль восточной и западной дамб были собраны из новых звеньев деревянных труб $d = 350$ *мм*.

На значительной своей длине магистральный пульповод был уложен на эстакаде высотой 2 *м*, установленной на торфяном грунте. Неравномерная осадка отдельных опор эстакады вследствие неустойчивости основания (торф), повреждение соединений труб, наличие в старых трубах большого числа отверстий, плохо заделанных деревянными пробками, — все эти факторы способствовали большой утечке пульпы из пульповода

и отложению грунта в ненужных местах, что вызывало дополнительную работу по его уборке.

Наибольшая длина пульповода при намыве самого отдаленного участка — пк 53/1 — доходила до 2 400 *м*. Поэтому землесосы работали на предельном напоре и давали малую производительность. Вследствие этого, а также и от потерь пульпы в пульповодах наблюдалось заиление.

Обслуживание магистрального пульповода — устранение в нем течи, ремонт эстакад и т. д. — производилось четырьмя плотниками.

г) Намыв дамб из резерва

Небольшой участок западной дамбы от пк 46/5 до пк 47/0, а по высоте до отм. 128,5—129 был намыт старым методом, применявшимся в 1935 г., т. е. выпуском пульпы из отверстий размером 50 *мм*, просверленных по обеим сторонам в трубах пульповода, уложенного на эстакаде вдоль дамбы. Весь остальной объем грунта был намыт новым способом — при помощи специально установленных выпусков $d = 150$ *мм* с шиберными задвижками.

Выпуски эти присоединялись к пульповоду $d = 350$ *мм*, уложенному вдоль подошвы мокрого откоса. Расстояния между выпусками колебались от 10 до 12 *м* и располагались они под углом к пульповоду, соответствующим откосу дамбы. На конце выпуска для гашения скорости выходящей пульпы и для увеличения фронта намыва устанавливался деревянный тройник, который при помощи строительной скобы скреплялся с деревянной трубой выпуска.

Около каждого выпуска образовывался намытый конус из осажденного грунта. Уклоны образующихся конусов были непостоянны и менялись от 1:20 до 1:100 в зависимости от консистенции пульпы и гранулометрического состава укладываемого грунта.

Узкий фронт при намыве пригрузки вынуждал вести намыв по уклону в длину пригрузки. При этом создавалась угроза получения неоднородной по длине упорной пригрузки, так как отложения крупнозернистых песков чередовались бы при этом с мелкозернистыми. Поэтому стремились производить намыв через отдельные патрубки в шахматном порядке так, чтобы образующиеся уклоны искусственно переплетались.

В результате все же удалось добиться однородности распределения частиц по длине дамбы. Распределение частиц по поперечному профилю было не закономерно — в большинстве случаев крупные частицы располагались у мокрого откоса, а мелкие — у сухого.

Плотность по поперечным профилям также не была закономерна. Однако в целом уплотнение намытых дамб получилось достаточное. Для западной намывной дамбы на пк 47/1 + 40 — 47/0 + 80 среднее уплотнение по проф. Терцаги было 0,78, колеблясь от 0,64 до 0,88. По сравнению с уплотнением песка в карьере, равным 0,60 (пренебрегая некоторым изменением механического состава грунта вследствие уноса), процент относительного уплотнения получился 118%.

Для спуска осветленной воды при намыве участка пригрузки в пределах от подошвы откоса до верха торфяной дамбы пришлось применить лотковые водоспуски, а самый сброс осветленной воды производить в ложе канала, причем дальнейшая откачка воды из канала производилась центробежными насосами, специально установленными для этой цели. При ограниченной ширине намыва потребовалось для обеспечения отстоя пульпы в пруде в местах его расположения — против водоспуска — создавать искусственно уширенные площадки, выходящие из габаритов профиля, что, естественно, сопровождалось неизбежным намывом непрофильной кубатуры, а также и образованием зыбунов.

Для обеспечения бесперебойной работы установки требовался непрерывный ввод все новых и новых участков намыва, что в свою очередь

вынуждало отступать от обычно установленной высоты обвалования в 0,5 *м*. В отдельных случаях высота обвалования доходила до 1 *м* и выше. При большой высоте обвалования от рабочих при намыве требовалось особо внимательное отношение: сооружение прочных оградительных дамбочек и быстрое исправление их в случае прорыва.

При намыве гребня дамбы — на отм. выше 128—129 — лотковые водоспуски заменялись обычными шахтными колодцами с водосбросной трубой, направленной уже в сторону сухого откоса.

В процессе намыва пригрузки вследствие неравномерной осадки торфяной дамбы от давления намытого грунта и от других причин в торфяной дамбе 3 раза появлялись продольные трещины со стороны кавальера, которые обычно замывались пульпой без производства каких-либо дополнительных работ по ликвидации их.

Только один раз трещина в торфе появилась не в продольном направлении, а под углом с выходом в сторону мокрого откоса. Для ликвидации этой трещины пришлось в двух пунктах по середине гребня дамбы и на месте выхода трещины в мокрый откос перекопать ее на всю глубину и забить поперек ее в этих точках шпунт, после чего вся трещина была замыта пульпой. Последующим наблюдением над замытыми трещинами никаких дальнейших деформаций тела дамбы в местах их расположения не обнаружено. Фронт отдельных участков намыва пригрузки имел длину около 120—150 *м*. На нем обычно устанавливали от 10 до 12 выпусков, намыв же производился обычно одновременно из 4—6 выпусков при подаче пульпы одним землесосом.

При производстве намыва пригрузки в сутки в среднем работало от 80 до 100 рабочих, из которых 25—30 обслуживало выпуски, 50—60 были заняты на обваловании и 5—10 — на плотничных работах.

При намыве резерва требовалось в сутки не более 40 рабочих. Общая затрата эксплоатационной рабочей силы на всю установку в сутки в среднем составляла 112—140 человек, в том числе на размыве грунта и транспортировании — 20—24, на водоснабжении — 8—10, на ремонте пульповода — 4—6 и на намыве — 80—100 человек. Технический персонал состоял из начальника установки, старшего механика и двух сменных прорабов по намыву.

д) Производственные показатели

Всего в 1936 г. установкой № 16 было намыто 220 296 $м^3$ и размыто 270 967 $м^3$.

Показатели работы установки за весь 1936 г. и за отдельные месяцы даны в табл. 34.

Таблица 34

№ п/п	Показатели	Измер.	Июнь	Июль	Сентябрь	Октябрь	За год
1	Размыто грунта в карьере	$м^3$	51 161	90 489	63 715	28 368	270 967
2	Намыто грунта в дамбы и резерв	„	45 811	77 489	38 415	28 368	220 296
3	Унос и потери к размытому грунту	%	10,5	14.4	39.8	—	18,6
4	Рабочих дней работы установки	дн.	30	31	30	15	163
5	Производительность установки в сутки	$м^3$	1 700	2 920	2 120	1 880	1 670
6	„ рабочего землесоса в сутки	„	858	1 440	2 120	1 890	1 060
7	„ землесоса в час чистой работы	„	81,5	108,0	256	186	109
8	Коэфициент использования	%	42,7	56,0	33,9	42,2	41,0
9	Производительность рабочего	$м^3$	—	—	—	—	13,7
10	Расход энергии на 1 $м^3$ грунта	*квт-ч*	7,4	6,5	6,3	6,6	7,2
11	Стоимость работы (намыв 1 $м^3$)	руб. и коп.	2—58	2—58	2—74	2—17	2—94

Низкий коэфициент использования объясняется главным образом отсутствием резерва.

Простои 59% распределялись на: 1) механические — 6,7%, 2) электротехнические — 1,0%, 3) водопроводные — 6,2%, 4) пульповодные — 32,2%, 5) отсутствие тока — 1,9%, 6) передвижка установки — 4,5%, 7) перенос гидромониторов — 0,8%, 8) прочие — 5,7%.

5. НАМЫВ ПРИКАНАЛЬНЫХ ДАМБ НА ПК 53/0—54/0 КАНАЛА

(установка № 17)

а) Описание участка работ и объем работы

Участок канала между пк 53/0—54/0 проходил в торфяном грунте который на протяжении около 900 *м* был вынут способом гидромеханизации и, естественно, не мог быть использован для сооружения дамб. Оставшаяся часть грунта в канале не обеспечивала отсыпку дамб на протяжении двух километров.

В связи с этим возник вопрос о необходимости возведения дамб из привозного песка, который по данным геологических разведок имелся в достаточном количестве в песчаных карьерах, удаленных от оси канала на расстоянии около 1,5 *км*. Дальность транспорта грунта от места его добычи до места укладки и сложность устройства автомобильной дороги в низине, пересеченной р. Яхромой и ее староречьем, ставили под сомнение рентабельность применения экскаваторной выемки грунта из карьера с последующей автомобильной, а тем более железнодорожной возкой его на место сооружения дамб. По тем же причинам использование для этой цели грабарок совершенно исключалось. Поэтому было решено возвести дамбы способом гидромеханизации, основные условия применения которого — вода и энергия — полностью обеспечивались и имелись в сравнительно недалеком расстоянии от места работ.

По проекту намыв приканальных дамб намечался на протяжении 1 *км* (пк 53/0—54/0) по обеим сторонам канала. Общий объем намывных дамб определялся в 408 000 $м^3$. До начала сооружения дамб требовалось удаление из-под их основания верхнего растительного слоя на полосе шириной около 20 *м* и на глубине до 0,5 *м*.

Фактический фронт работы по сооружению намывных дамб был значительно сокращен, так как часть этих дамб от пк 53/0 до пк 53/4 на восточной стороне была отсыпана вручную из торфа, вынутого из канала.

В результате на западной стороне дамбы были намыты лишь от пк 53/0 до пк 53/9, а на восточной — от пк 53/4 до пк 54/1. Общий объем намытых дамб получился равным 103 583 $м^3$. Кроме того в пяти местах был намыт резерв в 102 015 $м^3$, который был использован для оформления дополнительных насыпей. Наконец от пк 53/2 до пк 54/6 на западной стороне была замыта пазуха между дамбой и кавальером объемом 6 006 $м^3$. В итоге установкой было намыто 211 604 $м^3$ и размыто в карьере 255 437 $м^3$.

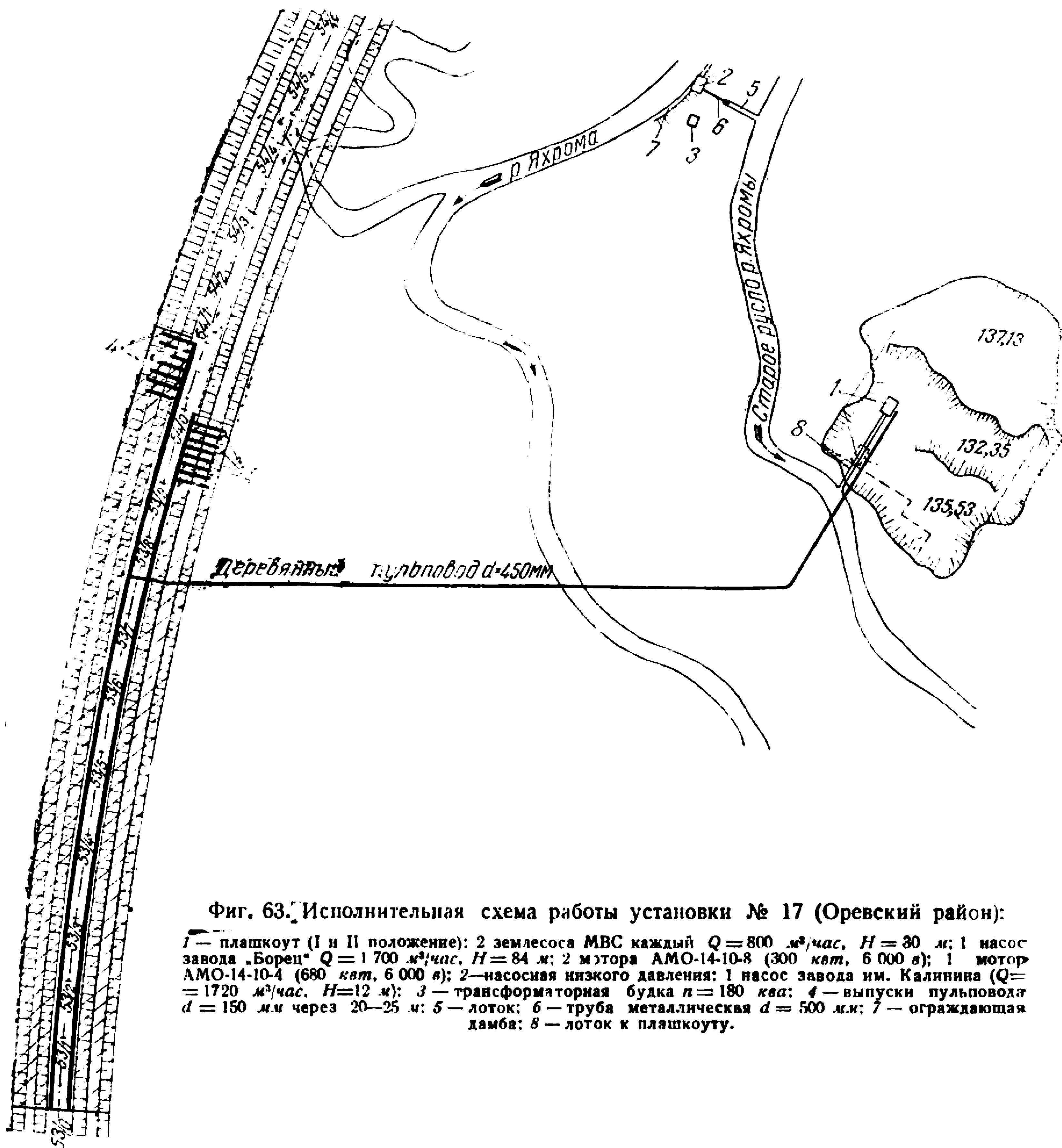
Данные о грунтах. Грунт для насыпей брался из песчаного карьера „Свиридово", расположенного на западной стороне канала, в 1,25 *км* от его оси. По предварительным исследованиям участок карьера, предназначенный под разработку, в основном должен был состоять из мелкозернистых песков мощностью залегания до 15 *м*.

В действительности в южной части участка мощность этого слоя не превышала 7 *м*, а ниже его мощным слоем залегали аптские прочно сцементированные пески, не поддающиеся размыву даже при давлении водяной струи в 7 *ат*. В северном направлении поверхностный слой песка имел толщину не выше 1 *м*, а ниже была обнаружена жирная гельтская супесь, признанная непригодной для возведения намывных сооружений.

Размываемый поверхностный слой песка в целом мало отличался от песка, разработанного установкой № 16.

б) Описание установки

Водоснабжение. Источником водоснабжения являлась р. Яхрома (фиг. 63), протекающая по западной стороне канала, на берегу которой на створе пк 54/2 был установлен в закрытом помещении насос низкого



Фиг. 63. Исполнительная схема работы установки № 17 (Оревский район): 1 — плашкоут (I и II положение): 2 землесоса МВС каждый $Q = 800$ *м³/час*, $H = 30$ *м*; 1 насос завода „Борец" $Q = 1\,700$ *м³/час*, $H = 84$ *м*; 2 мотора АМО-14-10-8 (300 *квт*, 6 000 *в*); 1 мотор АМО-14-10-4 (680 *квт*, 6 000 *в*); 2 — насосная низкого давления: 1 насос завода им. Калинина ($Q = 1720$ *м³/час*, $H = 12$ *м*); 3 — трансформаторная будка $n = 180$ *ква*; 4 — выпуски пульповода $d = 150$ *мм* через 20—25 *м*; 5 — лоток; 6 — труба металлическая $d = 500$ *мм*; 7 — ограждающая дамба; 8 — лоток к плашкоуту.

давления завода им. Калинина ($Q = 1\,720$ *м³/час*, $H = 12$ *м*) с электромотором 110 *квт*, 380 *в*, 730 об/мин. Этим насосом вода из р. Яхромы по деревянному лотку длиной 30 *м* подавалась в староречье, откуда самотеком поступала в котлован плашкоута, на котором был установлен насос высокого давления завода „Борец" $Q = 1\,700$ *м³/час*, $H = 84$ *м* с электромотором 680 *квт*, 6 000 *в* и два землесоса МВС $Q = 800$ *м³/час*, $H = 30$ *м* с электро-моторами 300 *квт*, 6 000 *в*, 730 об/мин. Все оборудование было смонтировано на верхней палубе плашкоута.

Для выработки первого забоя в передней части плашкоута были установлены два гидромонитора „Хэнди". После первой передвижки плашкоута, когда выяснилась невозможность дальнейшей его передвижки, оба гидромонитора были вынесены на дно забоя и в дальнейшем по мере надобности перемещались в забое обычным путем — наращиванием рабочих водопроводов. Размыв грунта производился встречным забоем (фиг. 63).

Уже при размыве первого забоя выяснилось значительное расхождение между действительной геологией карьера и принятой в основу проекта по данным предварительных геологических исследований. Расход воды на 1 *м*^{3} грунта был различен и доходил до 10 *м*^{3}, но в среднем был около 4,7 *м*^{3}.

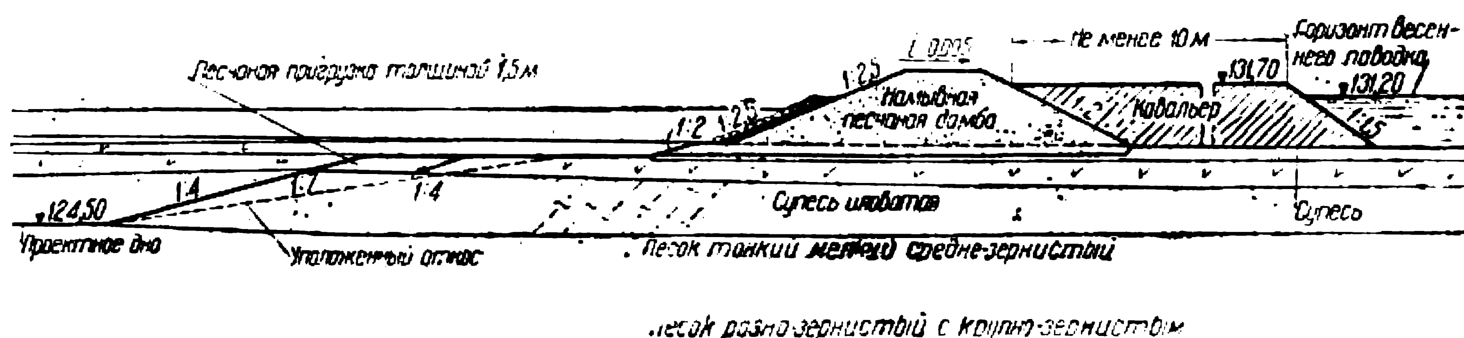
Несоответствие геологических данных карьера, положенных в основу проекта, действительным в корне изменило запроектированную схему работ по разработке карьера. Передвижка плашкоута была сделана только один раз на расстоянии 120 *м*. Дальнейшая передвижка плашкоута оказалась невозможной ввиду наличия перед плашкоутом мощного слоя трудно размываемых аптских песков, в силу чего вся последующая разработка карьера производилась при стационарном положении плашкоута.

На установке № 17 ввиду недостатка труб пульповод был собран из разных труб — металлических и деревянных, причем диаметр колебался от 400 до 500 *мм*. Общая длина магистрали от плашкоута до рабочего пульповода на восточной дамбе была 1 800 *м*; рабочий же пульповод $d = 350$ *мм* имел длину до 990 *м*.

Суммарные потери напора во всех этих пульповодах с местными сопротивлениями и геометрической разностью уровней намного превышали нормальное давление землесосов, что и приводило к неустойчивой их работе при параллельном соединении.

в) Намыв дамб

Намыв дамб производился с одной стороны — со стороны мокрого откоса — при помощи выпусков $d = 150$ *мм*, присоединенных к рабочему пульповоду, уложенному вдоль подошвы намываемой дамбы. Выпуски наращивались под углом вдоль по откосу и опирались на легкие деревянные козелки.



Фиг. 64. Типовой поперечный профиль намывной дамбы на 54-м километре (Оревский район).

Так как намываемые дамбы (фиг. 64) являлись безнапорными и относились к типу пригрузочных дамб, то наличия ядра в теле дамбы не требовалось. В связи с этим не было стремления оставить в ядре мельчайшие частицы и потому все мелкие фракции сбрасывались с осветленной водой, что безусловно увеличило общий объем грунта, вынесенного за пределы сооружения.

При намыве тела сооружения до отметки примерно 127—128 сброс осветленной воды производился в ложе канала при помощи шахтных водоспусков, откуда эта вода вместе с грунтом была выкачана четвертой установкой, работавшей одновременно по выемке грунта из канала.

В процессе намыва выше черной отметки сброс осветленной воды производился за дамбу на кавальер. За все время работы на восточной дамбе было установлено 4 шахтных колодца, а на западной — 6 размером 1,5 × 1,5 м при сбросной трубе $d = 450$ *мм*.

Ввиду недостаточной квалификации рабочих, а иногда в силу недостатка таковых в процессе намыва, особенно в начальный период работы, часто происходили прорывы дамб обвалования с последующим прекращением работы землесосов, что в значительной степени понижало суточную производительность установки.

Восточная дамба была намыта в среднем до отм. 130,0, а выше — до отм. 133,5 — грунт был уложен сухим способом. Недомыв восточной дамбы был вызван опасностью выпирания торфяного основания из-под дамбы, так как частично в небольшом масштабе такое явление имело уже место между пк 53/4 и пк 53/5 в августе 1936 г. Западная дамба была намыта полностью до отм. 133,5, так как на этом участке работ никаких признаков деформаций основания дамбы не наблюдалось. Намыв до отм. 133,5 при проектной отметке гребня дамбы 132,50 был осуществлен из расчета возможной осадки дамбы, намытой на ненадежном в этом отношении торфяном основании.

Все шахтные колодцы впоследствии были извлечены из тела дамбы, а образовавшиеся после этого траншеи были засыпаны вручную с утрамбовкой грунта. Унос грунта достигал в среднем около 17% от размытого грунта, но временами доходил до 30% и более. Намыв резерва производился прямо из торца трубы $d = 350$ *мм* во время вынужденных, длительных простоев по намыву дамбы. Коэфициент уплотнения намытых грунтов по Терцаги по ряду наблюдений выражался величинами от 0,70 до 0,82.

На установке в среднем работало при двухсменной работе от 90 до 116 рабочих, из них 8—10 гидромониторщиков, 8—10 машинистов и мотористов, 6—8 слесарей, 6—8 плотников, 12—15 подсобных рабочих и 50—65 рабочих на намыве. Технический персонал состоял из 6 человек: начальника установки, старшего механика, двух прорабов по намыву, одного прораба по размыву и одного десятника на подсобных работах.

г) Производственные показатели

Работа установки № 17 характеризуется показателями, данными в табл. 35.

Таблица 35

№ п/п	Показатели	Измер.	Июнь	Август	Сентябрь	Октябрь	За год
1	Размыто грунта	$м^3$	51 731	46 067	56 209	61 305	255 437
2	Намыто „	„	46 348	33 967	51 509	43 305	211 604
3	Унос и потери грунтов	%	10,5	26,4	8,4	29,4	17,2
4	Число рабочих суток	сут.	30	31	30	31	170
5	Производительность установки в сутки	$м^3$	1 725	1 480	1 870	1 980	1 500
6	Количество установленных землесосов 800 $м^3$/час	шт.	2	2	2	2	2
7	„ рабочих землесосов	„	2	2	1	1	1,54
8	Производительность рабочих землесосов в сутки	$м^3$	868	740	1 870	1 980	973
9	„ „ „ в час чистой работы	„	65,5	80,5	244,0	176,0	97,0
10	Коэфициент использования	%	55,0	38,4	32,0	26,8	41,8
11	Производительность рабочего в смену	$м^3$	14,3	11,9	14,6	19,6	13,7
12	Расход электроэнергии на 1 $м^3$	*квт-ч*	7,4	11,8	6,3	6,6	7,9
13	Стоимость работы 1 $м^3$	руб. и коп.	2—04	3—16	2—16	1—65	2—33

Суточная производительность землесоса была 750 $м^3$, т. е. немного менее проектной — 800 $м^3$, производительность землесоса в час чистой

работы достигла 97,0 $м^3$/*час* при проектной 100 $м^3$/*час*. Однако суточная производительность всей установки составляла только 47% от проектной главным образом вследствие ухудшения качества грунта, изменения схемы размыва, а также уменьшения числа установленных землесосов (вместо четырех, предусмотренных по проекту, работало два).

Коэфициент использования землесоса по времени достигал 41,8%, тогда как по проекту он намечался в 66,7. Коэфициент использования установленного землесоса по времени в 32,2% только незначительно отличается от запроектированного — 33,4%. Расход электроэнергии на 1 $м^3$ грунта был близок к проектному (7,9 и 7,0 *квт-ч*).

Общая сумма затрат на работы установки распределялась следующим образом: 1) на эксплоатацию около 89%, 2) на монтаж установки около 10% и 3) на демонтаж установки около 1%.

По отдельным статьям стоимость 1 $м^3$ намытого грунта распределялась следующим образом: 1) зарплата — 14,2%, 2) эксплоатационные материалы — 4,3%, 3) электроэнергия — 56,5%, 4) текущий ремонт — 4,3%, 5) амортизация — 5,1%, 6) монтаж и демонтаж — 11,2%, 7) прочие — 4,4%.

Динамика производственных показателей установки по месяцам видна из табл. 35.

Простои, составлявшие к общему времени работы этой установки 58,2%, распределялись следующим образом: 1) механические — 17,5%, 2) электротехнические — 0,2%, 3) водопроводные — 5,9%, 4) пульповодные — 8,6%, 5) передвижка и установка — 4,7%, 6) перенос гидромонитора — 1,7, 7) отсутствие тока — 4,1%, 8) прочие — 15,5%.

6. РАБОТА НАМЫВНЫХ СООРУЖЕНИЙ В ПЕРВЫЙ ПЕРИОД ИХ ЭКСПЛОАТАЦИИ[1]

а) Иваньковская намывная плотина на Волге

К моменту заполнения Иваньковского водохранилища (март 1937 г.) работы на намывной плотине были почти полностью закончены. Необходимо было произвести только работы по силикатизации грунта в местах недобитого шпунта, недостаточного смывания участков шпунта, а также в некоторых местах неудачного сопряжения шпунта с деревянной диафрагмой.

После заполнения водохранилища напор перед плотиной составлял 14,0 *м*, а в мае достиг 15,0 *м*.

Для наблюдения за фильтрацией в теле плотины было разбито шесть створов с установленными на них пьезометрами, кроме того в местах примыкания плотины к берегам для наблюдений за боковой фильтрацией были установлены дополнительные пьезометры. Общее число установленных пьезометров было 29 (фиг. 65).

Наблюдения за горизонтами воды в пьезометрах производятся с апреля 1937 г. Как видно из графиков фиг. 66, 67, 68, уже в июне в средней части плотины горизонты приняли устойчивое положение, по боковым же створам горизонты держались на более высоких отметках.

Положение депрессионной кривой до и после силикатизации неплотностей диафрагмы в районе створов пьезометров показано на фиг. 69.

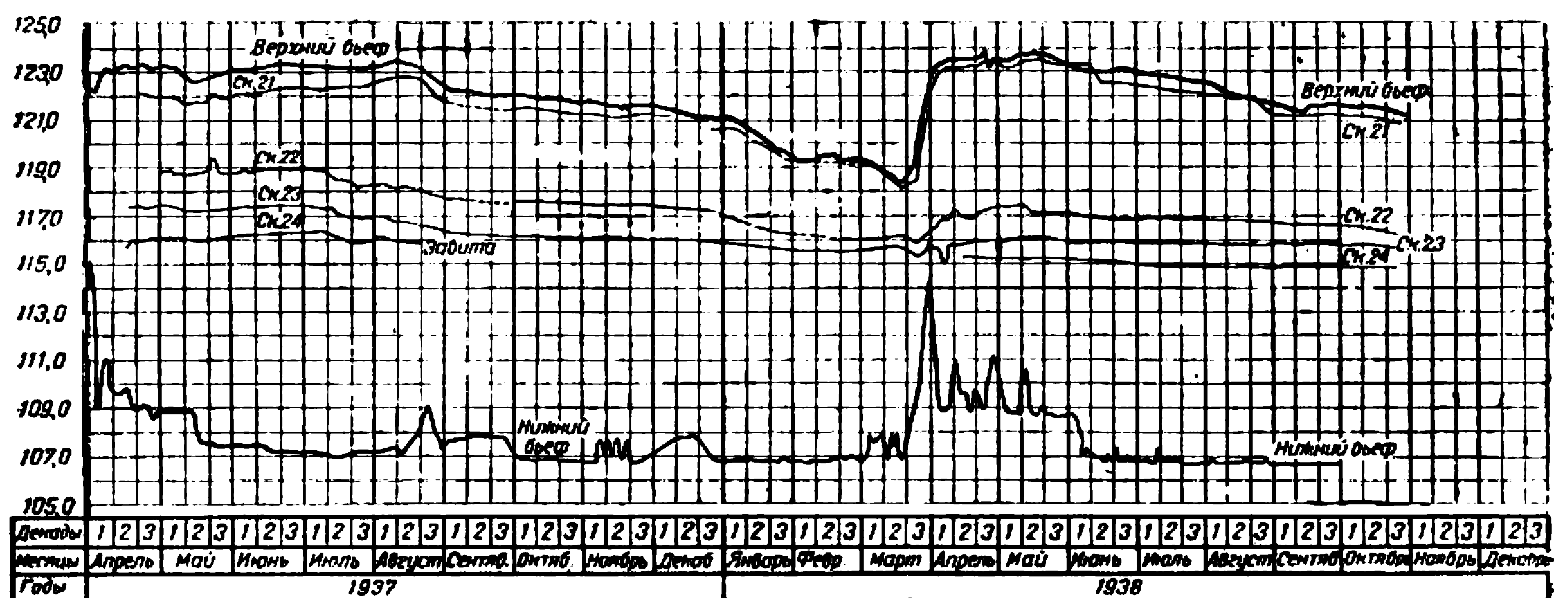
Общее направление фильтрационного потока в теле плотины на май 1937 г. представлено на плане гидроизогипс (фиг. 65). Из последнего видно образование по концам плотины двух потоков с повышенной поверхностью депрессии и среднего потока — нормального со значительным перепадом у диафрагмы.

---

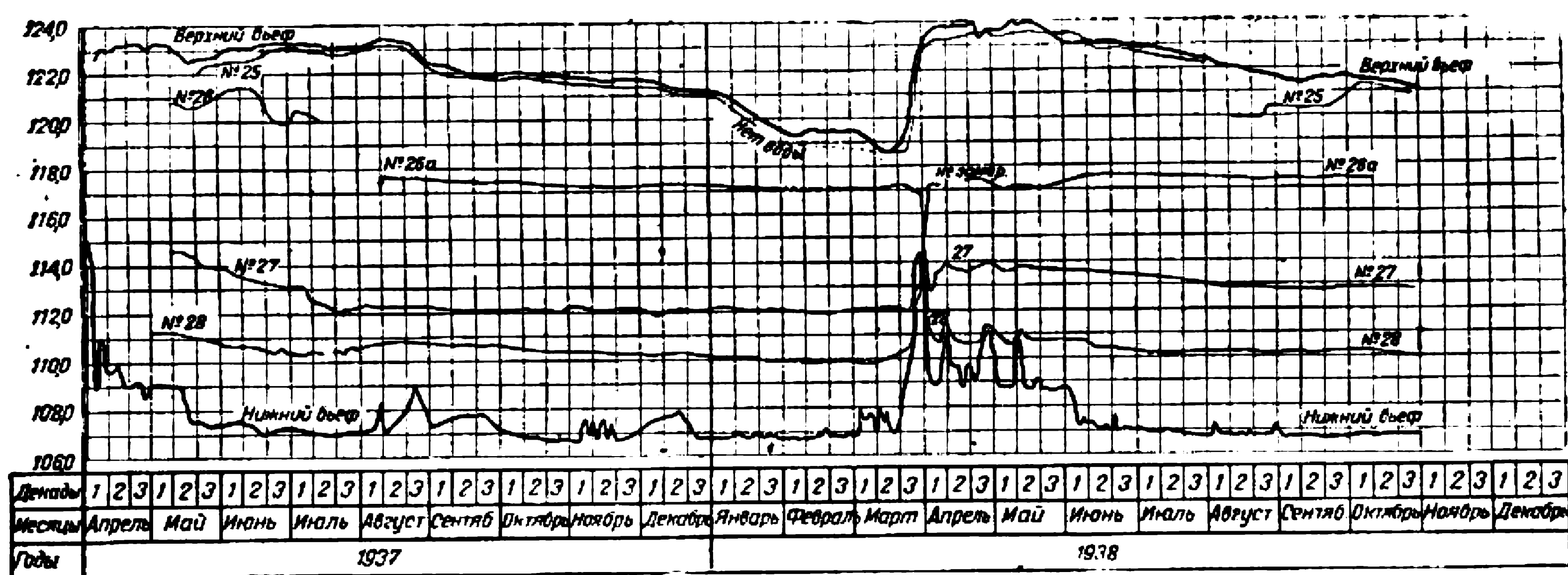
[1] По материалам отдела исследований Управления эксплоатации канала Москва—Волга.

——— Гидроизогипсы на 30/VI-37 г.
- - - - - -   „   на 11/V-37 г.

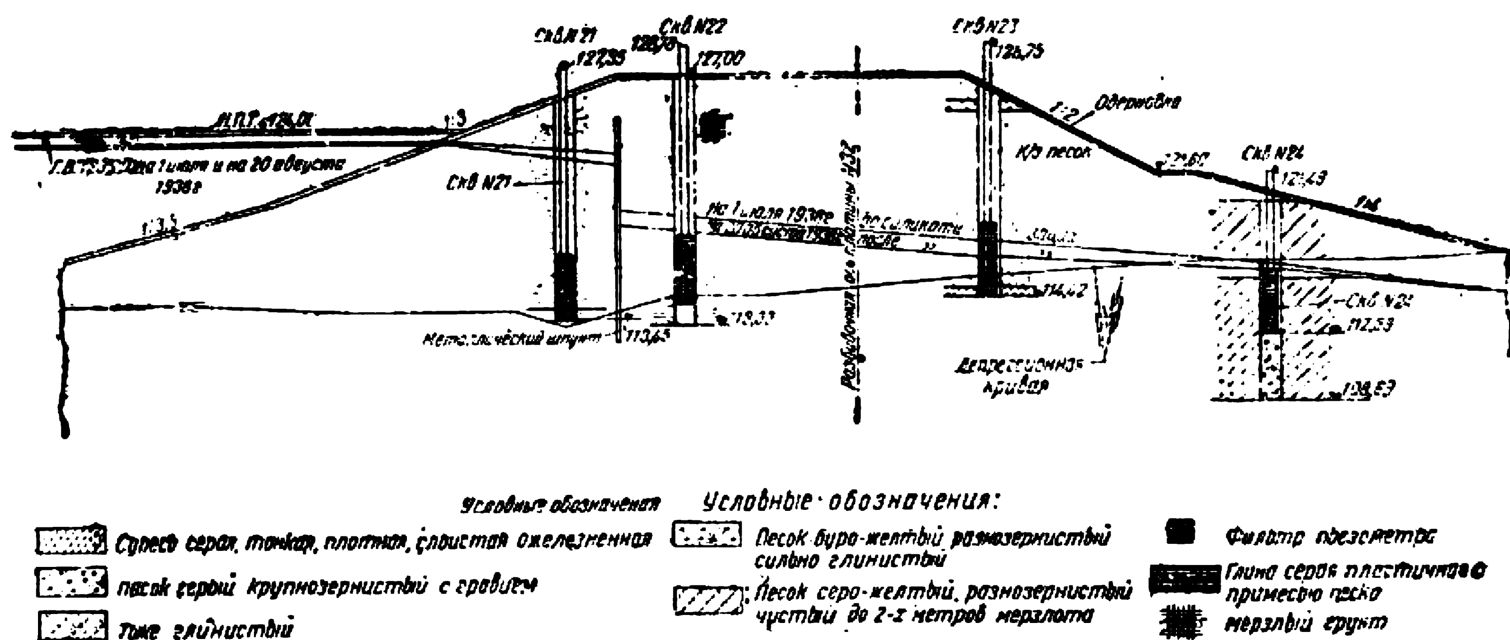
Фиг. 65. План расположения пьезометров на Иваньковской намывной плотине.



Фиг 66. График колебаний горизонтов воды в пьезометрах — створ № 1.



Фиг. 67. График колебаний горизонтов воды в пьезометрах — створ № 6б.



Фиг. 68. Положение депрессионной кривой по створу № 1.

При напоре перед плотиной 16,5 *м* потери напора от наличия диафрагмы достигали в центральной части 9,60—13,0 *м*, потери же в боковых частях диафрагмы достигали всего около 3,5 *м*.

б) Сестринские дамбы. Поведение сухих откосов в отношении устойчивости и водоотдачи

Отдача воды из намывных дамб после окончания намыва происходила очень медленно благодаря образованию на откосах ледяной корки.

Оттаивание мерзлоты в откосах происходило также очень медленно. Произведенное в апреле 1937 г. частичное вскрытие откосов показало наличие мерзлоты. Наблюдения в шурфах при извлечении замытых труб также показали наличие воды в теле дамб.

При наполнении канала водой весной 1937 г. в подошве сухих откосов не было обнаружено источников фильтрации, наблюдались только местные разжижения грунтов и намокания откосов.

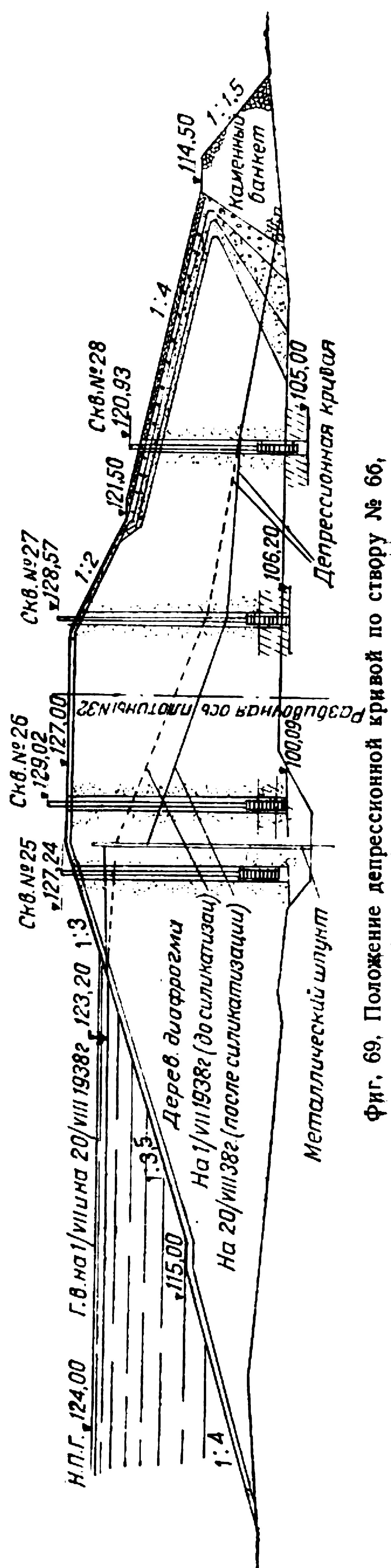
После наполнения канала водой начали появляться выходы фильтрационных вод, сопровождавшиеся выносом грунта, например 1 мая 1937 г. на пк 8/3—8/3 + 25. Путем устройства фильтра они были ликвидированы (14 мая 1937 г.).

К 11 июня 1937 г. выходы фильтрационных вод наблюдались в пяти местах протяжением по 20 *м* каждое на западной и восточной дамбах. Расход фильтрации достигал 0,003 *л/сек* на 20 *пог. м* дамбы, что объяснялось плохой водоотдачей грунтов в основании откосов дамб.

Для защиты откосов было решено уложить наслонные фильтры по основанию сухих откосов, а во избежание застоя накапливающейся воды у подошвы откоса устроить дренаж.

Максимальная фильтрация наблюдалась в конце июля — начале августа 1937 г., когда депрессионные кривые были в наивысшем положении — при отметках воды в канале 123,30—123,50. Намокание откосов при этом достигало 2—3 *м* по высоте от подошвы.

В месте укладки наслонных фильтров на длине 130 *м* восточной дамбы и на длине 700 *м* западной дамбы наблюдались выходы фильтрационных вод выше их бермы (отм. 121,0). В июле и августе сухие откосы западной дамбы на большом протяжении имели намокание до отм. 121,0, трещины по берме или откосу, оплывание или



Фиг. 69. Положение депрессионной кривой по створу № 66.

Фиг. 70. График колебаний горизонта воды в пьезометрах на Сестринских дамбах.

Фиг. 71. Поперечный разрез Сестринских дамб (западная сторона пк 6/9 + 80).

оползание грунтов в подошве фильтра, трещины и просадки гребня дамб.

Наиболее интенсивные выходы фильтрационных вод имели место на участках дамб с максимальным напором, например у открылков входного и выходного оголовков трубы расход фильтрации достигал 0,8 *л/сек* на открылок, в районе старморечья р. Сестры—до 0,75 *л/сек* (восточная сторона).

В середине августа 1937 г. горизонты воды в канале начали снижаться и условия работы дамб постепенно улучшались.

Осенью на всех основных участках, где наблюдалась фильтрация, были уложены обратные фильтры, а в течение зимы мокрые откосы были укреплены [1].

На фиг. 70 дан график колебаний уровней воды в пьезометрах в 1938 г.

Положение депрессионных кривых по створу пк 6/9+80 в 1937 г. показано на фиг. 71.

К сожалению пьезометрические створы недостаточно полно освещают работу дамб, так как в участках между створами наблюдались отклонения от общего характера насыщения дамб фильтрационными водами. Кривые депрессии выклинивались местами выше обратных фильтров на отметке около 121,5.

На сравнительно большем протяжении, чем в 1937 г., в различных местах и на различных отметках возникали трещины; все они имели очертания дуги круга и выпуклостью упирались местами в берму бичевника (пк 8/5). Ширина трещин доходила до 2—3 *см*. В отдельных случаях трещины сопровождались просадками и оползнями, а также выпучиванием грунтов в нижней части фильтра.

Намокания откосов выше фильтров были устранены укладкой дренажей или наращиванием наслонных фильтров до отм. 123,0. Для снижения депрессионных кривых в 1938 г. был произведен искусственный кольматаж мокрых откосов, однако результаты этого кольматажа были ничтожны.

Состояние намывных участков Сестринских дамб можно признать удовлетворительным, причем поведение намывных участков мало или почти совсем не отличалось от такового для участков, возведенных сухим способом.

ГЛАВА IV

РАЗРАБОТКА КАРЬЕРОВ И „ПОЛУГИДРОМЕХАНИЗАЦИЯ"

А. РАЗРАБОТКА КАРЬЕРОВ

Кроме разработки выемок и намыва плотин, дамб, на строительстве канала Москва — Волга гидромеханизация не без успеха была применена и при разработке гравийных карьеров.

Всего на строительстве канала способом гидромеханизации было добыто 230 738 $м^3$ гравия; добыча по отдельным карьерам и отдельным годам распределяется следующим образом (табл. 36).

Таблица 36

№ п/п	Наименование карьера	1935 г.	1936 г.	Всего
1	Галицыновский . . . . . $м^3$	36 078	62 292	98 370
5	Игнатовский . . . . . . „	24 623	76 727	111 350
3	Татаровский . . . . . . „	—	4 027	4 027
4	„Табор" . . . . „	—	15 207	15 207
5	Раменский . . . . „	—	1 784	1 784
		60 701	170 037	230 738

[1] Подробно см. выпуск „Гидротехнические сооружения канала", разд. „Земляные плотины"

1. РАЗРАБОТКА НА ГАЛИЦИНОВСКОМ (БУХОЛОВСКОМ) КАРЬЕРЕ

В 1935 г. в связи с постройкой шлюзов 7 и 8 и туннеля под каналом для Волокаламского шоссе потребовалось значительно усилить добычу гравия на карьере Репище, соединенном железнодорожной веткой длиной 11 *км* с Калининской железной дорогой, для чего на карьере была построена установка по добыче гравия способом гидромеханизации. Установка снабжалась электроэнергией от специально построенной дизельной электростанции.

а) Характеристика района и установки

Галициновский гравийный карьер, расположенный на правом берегу р. Рузы, представлял собой холм вытянутой формы с севера на юг высотой 40 *м* и простирался вдоль реки на протяжении около 900 *м* при наибольшей ширине 350 *м*. Площадь его — 77 000 $м^2$.

В геологическом отношении участок представлял собой холм озового происхождения.

Подошва его состояла из моренных суглинок и супеси, под которыми были расположены флювиогляциальные крупнозернистые и мелкозернистые пески, несущие гравелистую толщу.

Основных пластов гравийной породы было обнаружено четыре, толщиной до 3—4 *м*. Содержание гравия в таких прослойках доходило до 80% при среднем содержании для всего карьера в 27—28%. Наряду с гравием имелись также булыга и крупные камни диаметром 50—60 *см* и больше.

Верхний слой холма карьера толщиной от 0,5 до 1,5 *м* на склонах холма представлял собой глину и остатки древесины от леса, сведенного до начала разработки карьера. К началу размыва холма вскрышные работы были выполнены полностью.

Общий объем всех пород, подлежавших разработке, составлял около 1 000 000 $м^3$.

Топографические условия местности были благоприятны для применения гидромеханизации.

Водоснабжение. Источником водоснабжения установки была р. Руза, на правом берегу которой была построена насосная станция. Устойчивый меженний расход воды в р. Рузе составлял 530 *л/сек*, фактический же расход в 1936 г. был несколько больше. Потребное количество воды для насоса было 370 *л/сек*.

Под отвалы и отстойники для осветленной воды был предназначен луг, расположенный на левом берегу р. Рузы в ее излучине. Для этого р. Руза была спрямлена путем сооружения небольшой плотины и прорытия отводящего канала (фиг. 72).

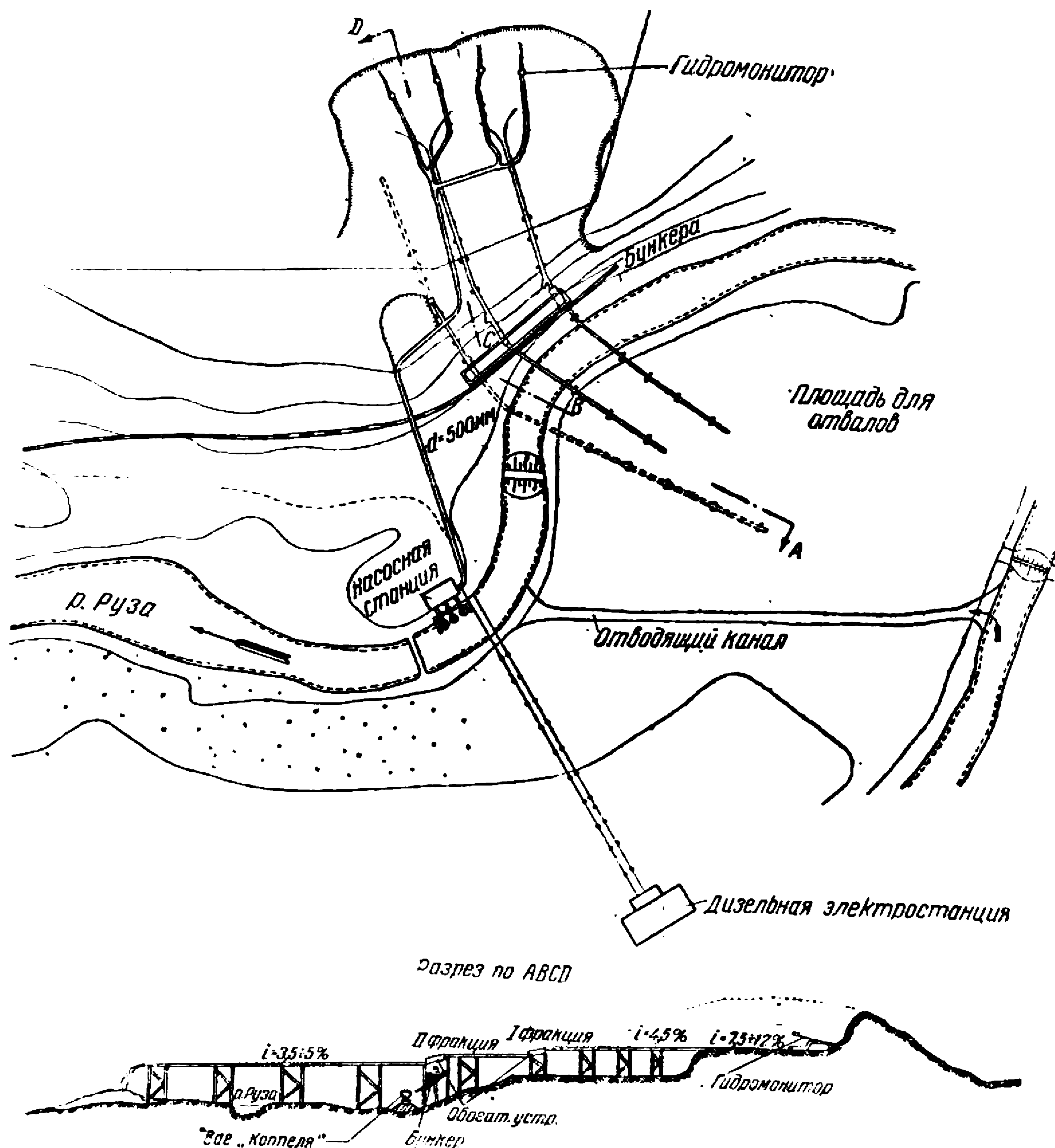
Однако в первые же дни работы после сильного ливня плотина была прорвана и в течение всего 1935 г. весь расход воды р. Рузы и осветленной воды проходил по старому руслу. Чтобы создать отстойник, несколько выше впадения прокопа в старое русло из размытого гидромониторами грунта была намыта вторая плотина, которая в процессе укладки в отвалы наращивалась по высоте. В плотине был сделан небольшой водоспуск для осветленной воды.

Для обеспечения нужного горизонта у насосной ниже ее была сооружена третья небольшая плотина. Перед этой плотиной происходило дополнительное осветление воды. Однако вследствие неорганизованности работы и отступления от проекта полного осветления воды достигнуть не удалось.

Сооружение намеченных проектом оградительных дамб по берегу лового русла (прокопа) не было осуществлено, и пульпа, разливаясь по лугу, частично поступала в русло реки в месте соединения прокопа с рекой.

В результате осветление было неравномерное и вода, поступавшая в приемник насосной станции, иногда содержала мельчайший песок.

Электроснабжение. Для обеспечения электроэнергией насосной установки потребовалось построить дизельную электростанцию, состоящую из 6 дизелей Ленинградского завода „Русский дизель" мощностью по 100 *л. с.* каждый. Дизели бескомпрессорные, двухцилиндровые, двухтактные $n = 300$ об/мин. К каждому дизелю был установлен генератор трехфазного тока 100—110 *квт*, 220/380 *в*, 750 об/мин. Привод генераторов был осуществлен ременной передачей непосредственно от маховика дизеля.



Фиг. 72. Схема разработки Галициновского гравийного карьера в 1935 г. (самотечный вариант).

Все шесть генераторов могли работать параллельно на распределительный щит, от последнего же электроэнергия передавалась по воздушной магистрали до основного потребителя — насосной станции — на расстояние 280 *м*.

Вследствие значительного износа мощность всех 6 дизелей равнялась 300 *квт*, отсутствие резервной мощности вызывало частые перебои в работе.

В 1936 г. в связи с расширением установки был дополнительно установлен дизель 300 *квт*.

б) Описание установки

Насосная станция состояла из трех насосов (два рабочих и один резервный) Сумского завода $Q = 660$ *м³/час*, $H = 43$ *м*, электромоторы к ним 135 *квт*, 380 *в*, 1 450 об/мин.

Ввиду перегрузки дизельной электростанции световой нагрузкой в ночное время частота тока колебалась в пределах 46—47 периодов/сек. Моторы и следовательно насосы вследствие этого имели только 1 340 об/мин и несколько пониженную производительность и напор ($Q = 610$ *м³/час* и $H = 41$ *м*).

Трубопровод, идущий от насосной станции до гидромониторов, $d = 500$ *мм*, общим протяжением 250 *м*, состоял из клепаных труб, сваренных встык. К гидромониторам шла разводящая сеть $d = 250$ *мм* из цельнотянутых труб с толщиной стенок 10—12 *мм*. Соединение труб было осуществлено помощью фланцев с резиновыми прокладками. Непосредственное присоединение гидромониторов к трубопроводам осуществлялось спиральными шлангами того же диаметра. Фланцевое соединение труб и наличие гибких шлангов обеспечивали достаточную маневренность при перестановках.



Фиг. 73. Вид решетки.

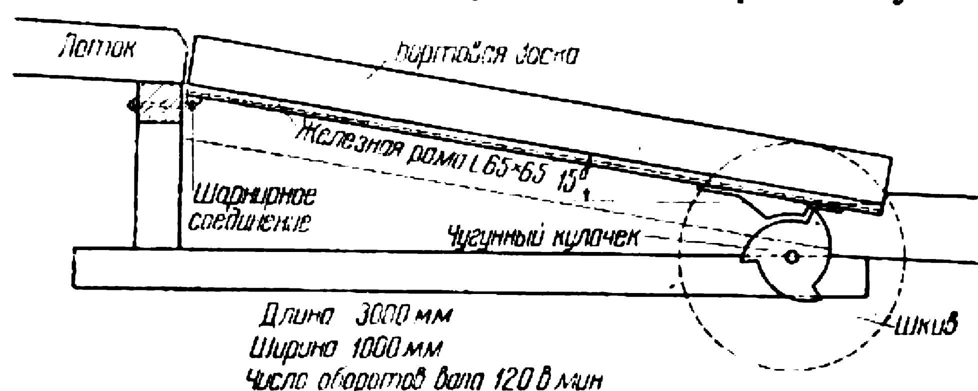
Напор у насадок гидромониторов доходил до 2 *ат*. При работе двух насосов, последовательно соединенных, напор у насадок достигал 6 *ат*, но при этом количество воды, естественно, сокращалось вдвое. Столь большой напор требовался в исключительных случаях для размыва тяжелого грунта (жирной глины). Но для разрушения таких пород иногда и этого напора оказывалось недостаточно. Для грунта же песчаного, преобладавшего в Галициновском карьере, было вполне достаточно напора около 2,5—3 *ат*.

Размыв грунта производился гидромониторами „Хэнди" с насадками диаметром до 110 *мм*. При промывке лотков гидромонитор работал без насадки. Основная промывка гравия происходила в забое в процессе размыва гравийной массы.

Принятое проектом отношение воды к грунту 15 : 1 обеспечило достаточно высокое качество промывки гравия при наличии в разрабатываемой массе грунта песчаных пластов, супесей и легких суглинков. Глина, встречавшаяся в забое, не размывалась, а поступала кусками на сортировку, откуда убиралась вручную.

Для нормальной работы на транспортировке, как известно, чрезвы-

чайно важно поддерживать постоянную консистенцию, при которой получается также хорошая промывка гравия. Достигнуть этого при разработке грунта гидромониторами не представлялось возможным вследствие разнообразия грунтов, требующих при постоянном напоре различного количества воды для размыва и, как показала практика, единственным средством получения постоянной консистенции являются правильно выбранные уклон и сечение лотков.



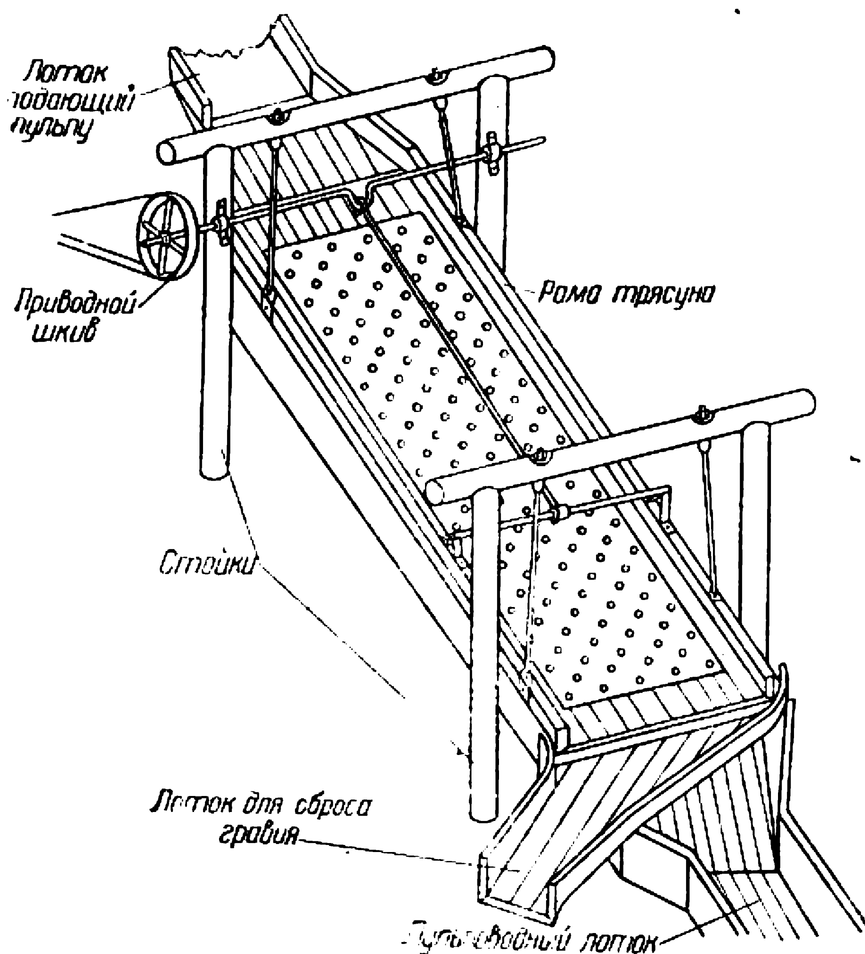
Фиг. 74. Трясун-вибратор.

Применявшиеся лотки имели ширину по дну 450 *мм*, высоту 500 *мм* и уклон 3,5—5%. Скорости в лотках, как показали измерения, достигали 3,8 *м/сек.*

Практика показала, что при изготовлении лотков необходимо обращать особое внимание на плотность соединения стыков между отдельными звеньями, а также на плотность боковых стенок. Для достижения этого стенки лотка требуется конопатить паклей и покрывать слоем гудрона.

В 1935 г. дважды в течение одного месяца работы произошел полный износ дна и частично боковых стенок лотков (в октябре 1935 г. — месяц максимальной добычи гравия). В течение этого месяца было добыто гравия 11 622 $м^3$ при среднесуточной добыче 483 $м^3$.

Для борьбы с образованием в лотке „хребтов", состоящих из крупных камней и песка, мешающих нормальной транспортировке пульпы, по всей длине лотка расставлялись рабочие по одному человеку через каждые 50 *м*.



Фиг. 75. Качающийся грохот-трясун.

Сортировочное устройство для разделения полученной из забоя пульпы по фракциям состояло из двух элементов:

1) Для отделения гальки диаметром свыше 80 *мм* была установлена металлическая решетка длиной 1,5 *м* и шириной 0,5 *м*, изготовленная из головок рельсов узкой колеи (фиг. 73). Решетка делалась сварной и устанавливалась на лотке пульповода в том месте, где имелся перепад, при отсутствии же такового перепад создавали для придания решетке нужного уклона, обеспечивающего падение валунов с решетки на обе стороны. При уклоне колосников 25°—30° и высоте лотка над землей 2—3 *м* отделение валунов происходило автоматически, без помощи рабочих.

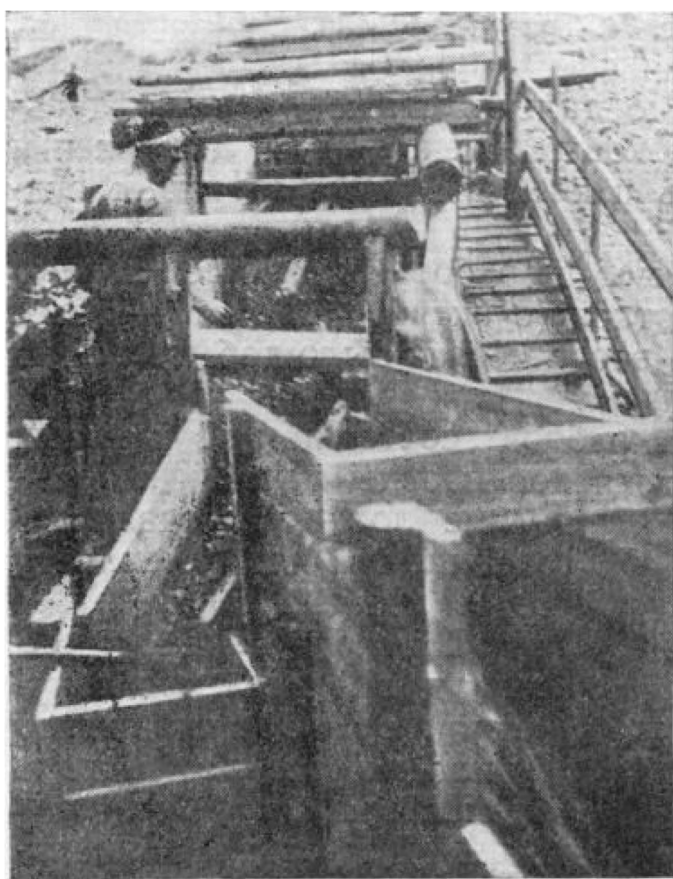
2) Для отделения гравия от песка по первоначальному проекту отдела гидромеханизации был изготовлен трясун со звездочкой (фиг. 74), который

однако не нашел себе применения из-за чрезвычайно быстрого износа звездочки (10—16 час.).

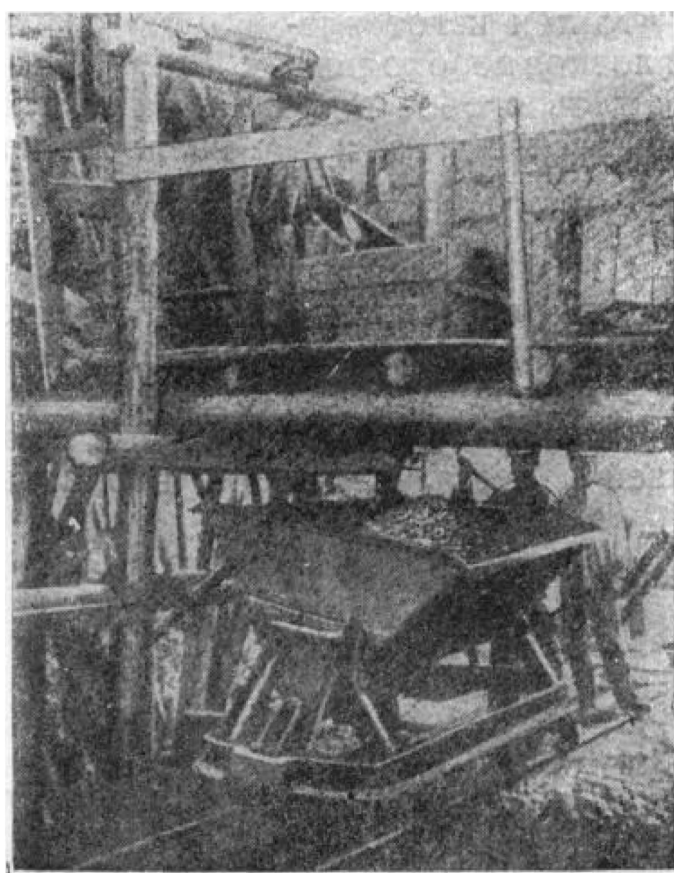
Вместо этой конструкции была применена другая, представляющая собой металлическую сварную раму из рельсов узкой колеи, длиной 3 *м* и шириной 1 *м* (фиг. 75). Грохочение осуществлялось не вибрацией, а поступательным движением грохота с помощью коленчатого вала и шатуна, соединенного одним концом с коленчатым валом, а другим — с нижней частью рамы.

Грохот имел угол наклона около 10° и обеспечивал хорошую сортировку гравия (фиг. 76). Простота устройства и легкое обслуживание этого грохота послужили причиной применения его на весь период эксплоатации установки.

Грохот с поступательным движением имел до 60 двойных ходов в минуту при эксцентриситете вала 50—75 *мм*. Потребная мощность для



Фиг. 76. Вид работающего грохота.



Фиг. 77. Погрузка гравия в ваговетки.

такого грохота при максимальной на него нагрузке составляла не более 3,7 *квт*.

Вместо сверленой решетки из листового железа впоследствии применяли обычную плетеную сетку с размером ячеек от 3 до 8 *мм*. Износ плетеной сетки происходил гораздо быстрее, чем сверленой, но ее смена была проще. Плетеная сетка работала до 50 час. и пропускала до 600—700 $м^3$ гравия. После прохода грохота гравий по специальному лотку поступал в вагонетки Коппеля (фиг. 77), в которых развозился вручную по обе стороны бункера общей длиной 120 *м*.

В 1936 г., когда была смыта верхняя часть Галициновского холма, наступил второй этап разработки карьера и для транспортировки пульпы к месту отвалов потребовалось применять землесосы.

Землесосная станция состояла из двух агрегатов — землесосов МВС $Q = 800$ $м^3/час$, $H = 30$ *м* с электромоторами мощностью 220 *квт*, 6 000 *в*, 730 об/мин. Для существовавшей установки землесосы такой высокой производительности не требовались, поэтому для уменьшения производительности землесосов были обрезаны лопатки рабочих колес. Потребная мощность для такого землесоса составила 110 *квт*, а производительность

снизилась до 500—550 $м^3/час$ при напоре в 15 *м*. Длина всасывающего трубопровода землесоса доходила до 5,5 *м* при высоте всасывания 1,5 *м*, а высота выброса — 13 *м*. Выкидные трубы поднимались вверх под углом наклона в 75° и выходили к деревянному лотку, по которому пульпа самотеком поступала в отвалы.

Зумпф землесосной установки был изготовлен из бревен $d = 180$ *мм* в виде прямоугольного сруба длиной 5 *м*, шириной 3 *м* и глубиной по вертикальной образующей стенке 2 *м*, внутри сруба был сделан из досок конус для лучшего подтекания пульпы к всасывающей трубе землесоса.

в) Схема работы установки

(самотечный вариант)

По первоначальному проекту установка состояла из насосной станции с магистральным трубопроводом при одном рабочем лотке и втором — резервном. Размыв забоя должен был осуществляться с помощью четырех гидромониторов, работающих одновременно.

С пуском установки было выявлено, что одновременная работа четырех гидромониторов при одном лотке невозможна вследствие малого сечения лотка.

Поэтому было решено транспорт пульпы из забоя производить по двум лоткам одновременно, причем на каждый лоток работало по 2 гидромонитора. Поэтому схема работ была следующая.

Вода из насосной станции по трубам поступала к гидромониторам. Смытый грунт направлялся по лоткам к сортировочным устройствам первой и второй фракции, где происходило отделение валуна и гравия от пустой породы (песка). Гравий поступал в бункеры для дальнейшей механической погрузки в железнодорожные вагоны, а валун частично подвергался дроблению в камнедробилках „Блек" или большей частью недробленым направлялся на погрузку в вагоны. Пульпа, имевшая в своем составе песок, направлялась по лотку в отвалы. По такой схеме установка проработала весь сезон 1935 г. и начало 1936 г.

Размыв забоя начинался с верхней части холма и проходил на площади длиной 175—200 *м* и шириной 200—250 *м* с сохранением необходимого уклона для лотков. Высота забоя в отдельных местах с богатым линзовым залеганием гравия достигала 30 *м*. Забои такой высоты представляли опасность обвала, и в таких случаях приходилось периодически придавать забою угол наклона, при котором не было бы опасности от обвала. Это достигалось путем направления струи воды гидромонитора к вершине забоя, после чего забой приобретал устойчивый угол наклона.

После отделения всех фракций крупнее 5 *мм* на грохоте пульпа по лоткам с уклоном 4,5—5% сбрасывалась с высоты 4—5 *м* в песчаный отвал. Пылевидные частицы и глина уносились в более низкие места, а песок откладывался конусом с углом наклона 10—15% непосредственно под эстакадой.

Погрузка песка на железнодорожные составы производилась вручную и в дальнейшем этот песок использовался как железнодорожный баласт.

Работа установки в зимний период 1936 г. (январь — март) проходила в напряженных условиях. Установка работала не регулярно, а периодически, транспорт пульпы по лоткам производился попеременно, так как приходилось поочередно подготавливать забой путем взрывных работ и удаления смерзшихся глыб песка и гравия. Трубопровод работал нормально, несмотря на то, что не был отеплен в достаточной степени, и только в сильные морозы, доходившие до — 35°, подвергался обмерзанию, причем

в первую очередь обмерзали трубы $d = 250$ *мм*. Отогрев труб производился с помощью костров, разложенных на магистрали трубопровода.

В зимних условиях разработка забоев протекала не в соответствии с техническими правилами размыва грунта.

Нижняя часть забоя сильно обмерзала и разрушить ее струей небольшого напора не представлялось возможным, почему уклоны по мере продвижения вперед увеличивались, что было связано с недобором материала.

Полученный мокрый гравий поступал в бункера, отепленные паропроводом, но последний обогревал недостаточно и гравий смерзался, что сильно затрудняло его погрузку в вагоны. Приходилось прибегать к дополнительному разогреву гравия горячей водой или паром паровоза. Стоимость добытого зимой гравия, естественно, была значительно выше летней.

г) Работа установки с применением землесосов

К маю 1936 г. забои на верхних отметках были окончательно разработаны и потребовалось переключить установку на работу с применением землесосов.

В связи с этим в южной части Галициновского холма ручным способом была выработана траншея, в которой смонтировали землесосную установку. Однако пуск установки задержался из-за отсутствия землесоса. Тогда было решено пустить установку со сбросом пульпы в русло р. Рузы ниже насосной станции (фиг. 78).

Установка по данной схеме проработала в течение полутора месяцев — май и половина июня 1936 г. К этому времени был доставлен и смонтирован первый землесос.

Строительно-монтажные работы на установке начались в апреле 1936 г. и продолжались до конца июня. На протяжении первого месяца (июля) шло освоение установки, заключавшееся в изучении технологического процесса людьми, впервые имевшими дело с гидромеханизацией. Особое значение имела работа гидромониторщика. Неправильно направленная в забой струя смывала такое количество породы, которое не в состоянии было пройти по лотку; пульпа переливалась через лоток, устремляясь по склону к бункерной эстакаде, размывая стойки эстакады и полотно железной дороги. Кроме того трудность пуска в работу землесосов состояла в том, что попавший в зумпф тяжелый кварцевый песок оседал и уплотнялся вокруг всасывающего отверстия трубопровода, вследствие чего землесос не всасывал пульпу. Попытки разрыхлить песок около всасывающей трубы всякого рода мешалками не увенчались успехом. Только после установки всасывающего клапана на всасывающей линии удалось наладить работу землесоса.

Всасывающая линия землесоса заполнялась водой через коллекторные трубки и трубки, идущие к сальнику, для уплотнения последнего. После заливки агрегат пускался в работу при непременном условии наличия над всасывающим клапаном воды, а не пульпы.

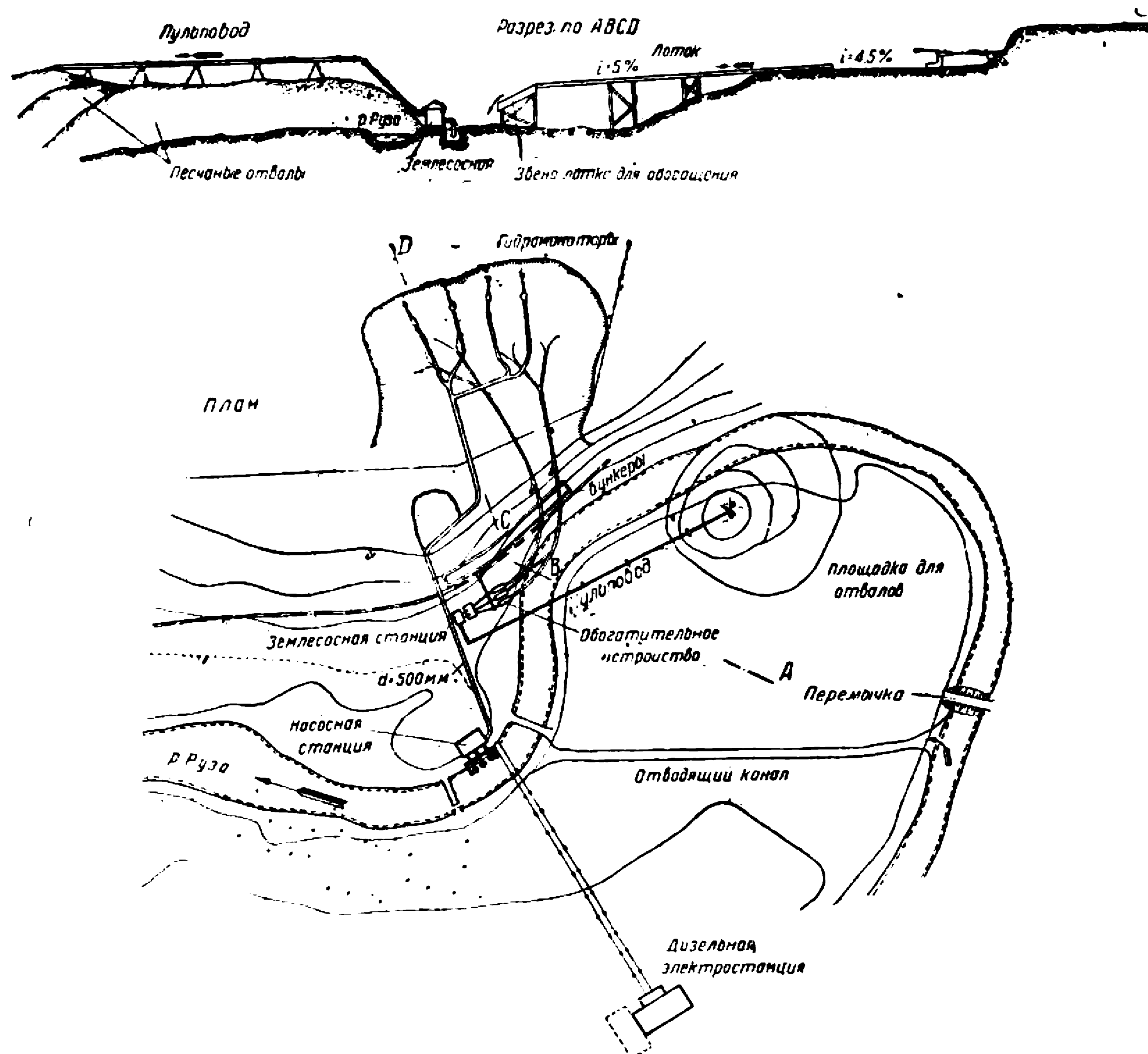
Полученный на сортировочных устройствах гравий транспортировался в бункера передвижными транспортерами „Ленинец", установленными по два последовательно у каждого грохота; с транспортеров гравий попадал в вагонетки Коппеля, в них по эстакаде гравий поступал в бункера, из которых грузился в вагоны.

Опыт показал, что выбор места для постройки и эксплоатации землесосной станции был сделан неудачно: станция была построена высоко и этим самым уменьшалась высота размываемого забоя. Более рациональным было бы землесосную станцию построить ниже на 2 *м* и приблизить ее к забою.

Наличие в размываемых грунтах значительного количества крупного валуна, удалявшегося вручную с большой затратой рабочей силы, затрудняло размыв грунта и отнимало большую часть сменного времени.

Недостаточное внимание к укладке грунта в теле намывной плотины в русле р. Рузы нередко влекло за собой прекращение доступа воды к приемному колодцу насосной станции и остановку агрегатов, для пуска которых приходилось вручную делать прорези — канавы в промытой части русла. Нередко были и остановки из-за перебоев в работе насосов, вызывавшиеся забивкой решетки всасывающего клапана посторонними телами.

Эксплоатация установки оказалась несложной, но требующей тщательного ухода, заключавшегося в своевременном наблюдении и замене изно-



Фиг. 78. Схема разработки гравийного карьера Галицыновка в 1936 г. с применением землесосов.

шенных деталей. Наиболее быстро изнашивались: лотки, сита на грохотах, рубашки вала центробежных насосов, рабочие колеса насосов и землесосов, сальниковые коробки землесосов и другие сменные детали. За период работы в течение двух сезонов (16 месяцев) на центробежных насосах было сменено одно рабочее колесо и 2 рубашки вала. Износ вызывался наличием мелкого суглинка в воде, поступавшей к приемному колодцу насосной станции.

У землесосов быстрому износу подвергались рабочие колеса, уплотнительные кольца всасывающего патрубка, сальниковые коробки и рубашки вала. При непрерывной работе агрегата износ этих деталей происходил в течение одного месяца, а иногда и быстрее. Корпуса землесосов подверглись также значительному износу, появившиеся в них отверстия были заварены сталинитом. Грохоты работали вполне удовлетворительно.

Износу подвергалась только сетка, а иногда коленчатые валы. Ремонт механизмов установки осуществлялся на месте.

По налаженности работы установка карьера Галициновка по сравнению с другими подобными установками, работавшими на строительстве канала Москва—Волга, занимала одно из первых мест.

Персонал, обслуживающий установку (при двухсменной работе), состоял из 48 человек, из которых на насосной станции: мотористов — 2, дежурных слесарей — 2, у гидромониторов: дежурных слесарей у задвижек „Лудло" — 2, гидромониторщиков — 8, дежурных водопроводчиков в забое — 2, на обогащении и транспорте: дежурных у решетки, отделяющей первую фракцию, — 4, дежурных у грохота, отделяющего вторую фракцию, — 4, на прочистке лотков — 8, рабочих на откатке вагонеток с гравием — 8, дежурных плотников — 2, дежурных слесарей при грохотах и гидромониторах — 2, дежурных рабочих у конца лотков пульповода — 4. Кроме того на уборке валуна с забоя и отвозке его к месту погрузки было занято 10 рабочих.

При работе установки с землесосами сверх этого привлекалось еще 6 человек для обслуживания землесосной станции, а именно: 2 моториста (при работе одного землесоса), 2 зумпфовщика и 2 дежурных слесаря при транспортерах (они же мотористы), и таким образом для обслуживания всей установки вместе с землесосной требовалось при двухсменной работе 64 человека. Технический персонал состоял из начальника установки, начальника механической мастерской и двух сменных прорабов (десятников).

В рабочий сезон 1935 г. оплата производилась аккордно за 1 $м^3$ добытого гравия. В рабочий же сезон 1936 г. оплата труда рабочим производилась в зависимости от количества разработок грунта. Опыт показал, что принцип оплаты труда за 1 $м^3$ грунта в условиях гравийных карьеров неправилен, так как при этих условиях у рабочих отсутствует стимул к увеличению добычи гравия.

д) Производственные показатели

Основные производственные показатели установки за время ее работы с августа 1935 г. по ноябрь 1936 г. даны в табл. 37.

Таблица 37

№ п/п	Показатели	Измер.	Январь	Апрель	Июнь	Август	Октябрь	Всего за 1935/1936 г.
1	Количество размытой породы	$м^3$	14 747	19 047	38 103	22 440 / 25 423	48 655 / 17 334	362 869
2	Добыто гравия	„	3 594	4 889	9 200	5 993 / 7 833	11 622 / 5 770	98 370
3	Средний процент выхода гравия	%	24	26	24	27 / 39	27 / 32	27
4	Среднесуточная добыча гравия	$м^3$	133	188	354	222 / 290	483 / 206	236
5	Производительность одного рабочего в смену породы	„	7,8	8,8	13,5	10,0 / 9,1	18,5 / 5,5	10,3
6	Производительность одного рабочего в смену гравия	„	1,87	2,30	3,24	2,76 / 2,83	5,00 / 2,36	2,77
7	Расход воды на 1 $м^3$ смытой породы	„	50	38	19	34 / 29	14 / 36	31
8	„ электроэнергии на 1 $м^3$ добытого гравия	квт-ч	20	23	21,5	21 / 23	12 / 33	22,7
9	Стоимость 1 $м^3$ гравия	руб. и коп.	9—78	6—83	8—81	7—10	4—10 / 11—19	11—36

Примечание. За август и октябрь в числителе — результаты работы в 1935 г., а в знаменателе — в 1936 г.

Как видно, наибольшую выработку установка дала в октябре 1935 г. — 11 622 $м^3$ гравия при общем количестве смытого грунта 48 655 $м^3$.

Среднесуточная добыча гравия достигала в октябре 1935 г. 483 $м^3$ при проектной мощности установки в 400 $м^3$/*сутки*.

Работе установки в это время способствовали:

1) благоприятные атмосферные условия, 2) хорошее состояние забоев и 3) безупречное состояние всех агрегатов, что позволило проработать безостановочно в течение всего месяца.

Наименьшее количество гравия — 1 238 $м^3$ — было добыто установкой в ноябре 1936 г., т. е. в последнем месяце работы. Однако при этом установка производила помимо добычи гравия перемещение 2 850 $м^3$ гравия, ранее добытого ручным способом и находившегося на наиболее высокой отметке размываемого забоя.

Работа установки в зимний период, как уже указывалось, проходила в весьма трудных условиях. В связи с этим и стоимость 1 $м^3$ добытого гравия в декабре 1935 г. достигала 44 р. 70 к,, а расход воды на 1 $м^3$ смытого грунта составлял 51,2 $м^3$ и на 1 $м^3$ гравия — 200 $м^3$. В январе 1936 г. стоимость добытого гравия резко снизилась из-за частичного сокращения рабочей силы, очистки забоев, способствовавшей лучшей работе в течение месяца.

В феврале работа установки была самой тяжелой по сравнению с другими месяцами в силу того, что в этом месяце стояли сильные морозы. При морозе 25—30° происходило сплошное обмерзание забоев, в силу чего приходилось много времени тратить на расчистку забоев от мерзлоты. Поэтому и показатели этого месяца — самые низкие по сравнению с другими месяцами; так, расход воды на 1 $м^3$ смытой породы составлял 137 $м^3$, а на 1 $м^3$ гравия — 580 $м^3$ при стоимости 1 $м^3$ гравия 23 р. 59 к.

Простои установки в 1936 г. составляли 24,7% общего времени и разделялись на следующие виды: механические — 0,7% времени, электротехнические — 2,2%, водопроводные — 9,5%, пульповодные — 1,2%, перестановка гидромониторов — 0,8%, отсутствие тока — 5,1% и прочие — 5,2%.

Учет добытого гравия производился по числу погруженных вагонеток Коппеля. Полная вагонетка гравия имела объем 0,7 $м^3$. Проверка правильности учета вагонетками производилась измерением кубатуры гравия при погрузке его в железнодорожные вагоны из бункеров.

Учет смытого грунта производился двумя методами: а) по объему добытого гравия из расчета среднего процента выхода гравия из породы, причем процент залегания гравия в забоях определялся лабораторным анализом 5—6 раз в смену, и б) путем инструментального обмера размываемых забоев; при этом всегда заранее имелись отметки вершины забоя.

В общем работа установки на Галициновском карьере полностью подтвердила выгодность применения гидромеханизации при разработке нерудных ископаемых.

За весь период работы — 16 месяцев (включая и зимний период, не изобилующий высокими показателями) — установка разработала 98 370 $м^3$ промытого, ценного для бетонных работ гравия. За этот период было смыто грунта 362 869 $м^3$ с незначительной затратой рабочей силы. Стоимость же полученного кубометра гравия по сравнению с другими видами добычи оказалась в 2—3 раза меньшей. Так, стоимость 1 $м^3$ гравия, добытого с помощью экскаватора, работавшего на карьере, колебалась в пределах 15—20 руб., а иногда и больше в зависимости от условий; стоимость 1 $м^3$ гравия, добытого ручным способом, составляла 12—15 руб. Установка же на Галициновском карьере в 1936 г. дала гравий средней стоимостью 7 р. 77 к. за 1 $м^3$.

Итоги работы установки дают полное основание утверждать, что в будущем при разработке и добыче гравия на карьерах гидромеханизация как один из самых рентабельных способов работы будет применяться все в бóльших масштабах.

2. РАЗРАБОТКА ИГНАТОВСКОГО КАРЬЕРА

а) Характеристика района

Месторождение расположено на правом берегу р. Икши в 700 *м* от реки и на расстоянии 1 *км* от шлюза № 5. В самом низком месте продуктивной толщи подошва ее возвышалась над р. Икшой на 26 *м*, а верхняя часть карьера была выше реки на 58 *м*. Средняя мощность гравелистой толщи — 10 *м*. Средняя мощность вскрышного слоя, состоявшего из грубых суглинков и супесей, покрытых растительным слоем, достигала 2 *м*.

По данным геологических изысканий в основании продуктивной толщи ожидались пески и частично моренные суглинки. В действительности же пески занимали лишь небольшую площадь, в то время как моренные суглинки, вклинившись большим массивом высотой до 10 *м*, составляли большую часть карьера. В северной половине карьера суглинки распространялись настолько высоко, что разработка карьера здесь была почти невозможной.

Запасы гравия карьера исчислялись в 110 000 $м^3$. Переработке подлежал объем продуктивной толщи около 400 000 $м^3$ при объеме вскрышных работ 78 300 $м^3$.

Средний процент выхода гравия принимался 31. В действительности же на карьере было переработано 514 374 $м^3$ и добыто гравия 111 350 $м^3$, что составляло лишь 21% от всего переработанного грунта.

Вследствие благоприятных топографических условий оказалось возможным применить самотечное транспортирование пульпы по лоткам. Разработка карьера производилась гидромониторами, воду к которым подавали три насосных станции первого, второго и третьего подъемов.

Для вывозки гравия с карьера была подведена со ст. Икша железная дорога нормальной колеи.

б) Водоснабжение

В качестве водного источника была использована р. Икша, меженний расход которой возле створа шлюза № 5 достигал 0,1 $м^3/сек$. Регулярным поступлением воды из глубинного водоотлива шлюзов № 5 и 6 с расходом около 0,3 $м^3/сек$ суммарный расход р. Икши на участке, прилегающем к карьеру, увеличивался до 0,4 $м^3/сек$. Однако для выполнения намеченной программы по разработке 400 000 $м^3$ грунта и этого расхода было явно недостаточно.

Недостающую часть воды нужно было получить либо из Икшинского водохранилища либо созданием кругооборота воды. Поэтому проектом предусматривалось в основном циркуляционное водоснабжение и лишь в исключительных случаях намечалось использование воды из водохранилища. Система же отстойных водоемов в значительной степени теряла смысл из-за спуска в р. Икшу загрязненной воды с карьеров „Гурбан“ и „Репечиха“, расположенных выше Игнатовского карьера по течению р. Икша.

Расход воды определялся из условия потребности на 1 $м^3$ грунта 15 $м^3$ воды при транспортировании пульпы по лоткам с уклоном 4,5—5%.

Несмотря на то, что по топографическим условиям уклон лотков мог быть значительно увеличен, работать на более густых консистенциях не удалось, так как в забое было значительное количество суглинков, не успевавших отделиться от гравия на обогатительных устройствах и требовавших дополнительной промывки, вызывавшей соответствующее увеличение потребления воды — до 25 $м^3$ на 1 $м^3$ грунта.

На правом берегу р. Икши (фиг. 79) на свайном основании была установлена насосная станция № 1, предназначенная для перекачки воды в водоем насосной № 2 — по деревянному трубопроводу $d = 450$ *мм*, уложенному по поверхности торфяного болота. Оборудование насосной

станции состояло из двух насосов Мелитопольского завода $Q = 135$ *л/сек*, $H = 30$ *м*, $n = 1\,090$ об/мин с двумя электромоторами по 75 *квт* каждый, соединенными с насосами ременной передачей.

Забор воды из приемного колодца производился помощью гибких шлангов $d = 250$ *мм*, которые весьма быстро сплющивались и переставали работать (сплющивание гибких шлангов на всасывающей линии происходило при засорении предохранительной сетки).

По общему для обоих насосов деревянному трубопроводу длиной 450 *м* вода поступала в водоем насосной № 2 (фиг. 79).

Водоем насосной № 2 (объемом 10 500 $м^3$) в течение всего 1935 г. предназначался для осветления отработанной воды и объем его был рассчитан на заполнение мелкими фракциями, приносимыми водой с вышерасположенных отвалов. В расчет был принят расход оборотной воды 1 680 $м^3$/*час* с учетом 25% потерь и 5-часового запаса для работы насосных без дополнительного поступления оборотной воды в водоем.

Однако практика работы 1935 г. показала, что этот объем совершенно недостаточен, так как в отстойный пруд попадало не 10% пульпы, а все 50% и после переработки 60 000 $м^3$ грунта объем пруда оказался заполненным и для работы 1936 г. совершенно недостаточным.

Мощность насосной № 1 пришлось довести до мощности насосной № 2, а отстойный бассейн перенести на новое место.

Насосная станция № 2 была расположена у подошвы месторождения. Водозабор осуществлялся непосредственно из приемного колодца, соединенного с водоемом открытой канавой. Оборудование насосной состояло из двух насосов Сумского завода $Q = 1\,320$ $м^3$/*час*, $H = 45$ *м*, $n = 1\,450$ об/мин и двух электромоторов 240 *квт*, 6 000 *в*, $n = 1\,450$ об/мин.

Здание насосной станции, приемный колодец и особенно подводящая канава претерпевали постоянные деформации от оползневых явлений, так как располагались в плывунных грунтах. Вышерасположенные забои усиливали приток грунтовых вод, отчего плывунные грунты еще более разжижались, подсасывались работающими насосами и вокруг сооружения насосной образовывалась своеобразная воронка.

Весной 1936 г. во время сильных дождей произошел большой оползень, из-за которого заборный колодец сплющило и канаву засыпало грунтом, установка вследствие этого вышла из строя. Для ликвидации аварии канава была расчищена и на дне ее были уложены 4 металлические трубы $d = 550$ *мм*, длиной по 12 *м* каждая. По верху труб канава была завалена гравием и песком и впоследствии подобная авария не повторилась.

Насосная № 3 была соединена с насосной № 2 последовательно и имела совершенно аналогичное оборудование. Каждая пара последовательно соединенных агрегатов работала в металлический трубопровод $d = 500$ *мм*. За насосной № 3 трубопроводы объединялись в один общий трубопровод $d = 600$ *мм*, от которого в забое к каждому гидромонитору шло ответвление из металлических труб $d = 350$ *мм*.

В течение всего 1935 г. насосная № 2 и насосная № 3 на полную мощность почти не работали, так как установленные на насосных четыре электромотора по 280 *квт* без наличия резерва оказались совершенно непригодными для нормальной эксплоатации.

Простои в первые месяцы эксплоатации установки характеризуются данными, приведенными в табл. 38.

Из этой таблицы видно, что основные простои были из-за неисправности механизмов и наращивания труб. Простои вызывались главным образом перегревом моторов, неисправностью насосов и затратой большого количества времени на укладку труб и дальнейшее их исправление, так как из-за отсутствия резиновых прокладок приходилось пользоваться паклей, а это не давало хорошего уплотнения на фланцевых соединениях. Просачивавшаяся на фланцевых соединениях вода размывала

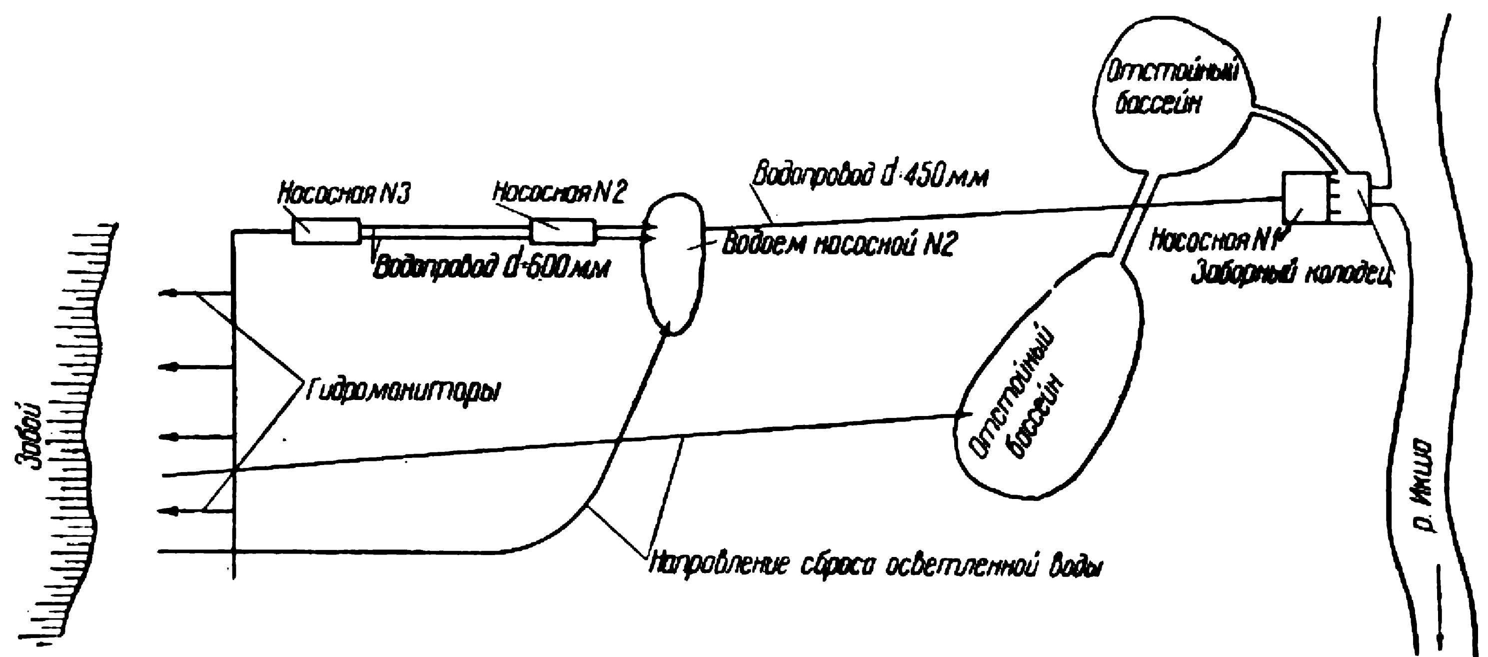
грунт основания под трубами, отчего происходили обрушения и деформации трубопровода.

Таблица 38

С какого по какое время	Чистая работа	Неисправ. насос. и моторов	Забивка лотков и бункеров	Недостаток воды	Наращив. труб и перест. гидромонитора	Недостаток рабочей силы	Аварии с трубами	Прочие	Итого простоев	Всего	Примечание
С 2 по 15 августа вкл.	133	37	12	7	61	24	33	25	191	324	часы
	41%	8,7%	3,7%	2,2%	18,7%	7,5%	10,3%	7,5%	59%	100%	%
с 16 по 26 августа вкл.	78	45	30	2	108	—	—	—	186	264	часы
	30%	17%	11,2%	0,8%	21%	—	—	—	70%	100%	%

В 1936 г. схема водоснабжения карьера в принципе осталась неизменной, изменилось лишь оборудование и была увеличена площадь отвалов.

В 1936 г. оборудование насосной станции № 1 состояло из четырех насосов Сумского завода им. Фрунзе $Q = 660$ *м³/час*, $H = 43$ *м* с электромоторами по 135—140 *квт*, 380 *в*, $n = 1\,450$ об/мин.



Фиг. 79. Схема кругооборота воды при разработке Игнатовского карьера.

Эти насосы были включены параллельно в один коллектор, из которого по двум ниткам деревянного трубопровода $d = 450$ *мм* вода подавалась к водоему насосной № 2, которая далее воду подавала к насосной станции № 3.

Кругооборот воды. Проектом была предусмотрена возможность последовательного включения насосной № 1 и насосной № 3. Но так как деревянный трубопровод протекал и некоторое количество воды терялось, насосы первой насосной станции не обеспечивали полной производительности насосной № 3 и пришлось работать через водоем насосной станции № 2. Во время остановки одного из насосов насосной № 1 недостаток воды восполнялся сбросом воды из лотков непосредственно в водоем насосной № 2, а обычная работа проходила при условии сброса пульпы за территорию водоема насосной № 2. Далее вода, проходя через два отстойных пруда, поступала в р. Икшу для повторного использования (фиг. 79).

Энергоснабжение карьера производилось непосредственно от высоковольтной линии, пересекавшей территорию карьера. Общая установленная мощность моторов в 1936 г. была 1 831 *квт*, суммарная же рабочая мощность — около 1 500 *квт*.

в) Размыв

Размыв продуктивной толщи в забое производился гидромониторами „Хэнди" — встречным забоем. Разработка забоев, прикрытых значительным слоем глины, выполнялась двумя способами. При первом способе продуктивная толща разрабатывалась одновременно с вскрышей (за исключением растительного слоя, который убирался вручную). В этом случае на 1 *м*³ расходовалось 30 *м*³ воды и более, так как отмучивание глины требовало большого количества воды, в противном случае гравий получался грязный. Второй способ заключался в разработке двойным забоем: сначала смывалась вскрыша высотой 1,5—2 *м*, грунт которой отдельными лотками транспортировался на свалку, а затем разрабатывался продуктивный слой высотой 6—8 *м*. Расход воды на 1 *м*³ грунта достигал 15 *м*³.

Производительность одного гидромонитора на вскрыше при напоре 2—3 *ат* у насадки достигала в среднем 100 *м*³/*час* при диаметре насадки 75 *мм*. Эта сравнительно высокая производительность была получена благодаря наличию под слоем глины песчаных прослоек, которые легко вымывались и содействовали разрушению глины, далее легко удаляемой на отдельную свалку по лотку, проложенному с уклоном 6—7%. Пески подавались на общую свалку и в дальнейшем вывозились на бетонный завод.

Размытый грунт в виде пульпы, содержащей гравий и песок, транспортировался по лоткам к обогатительным устройствам. Головная часть лотков устраивалась в виде раструба с уклоном 10—15%; уклон лотков был около 4,5—5% и обеспечивал скорости потока порядка 3,5—4,0 *м/сек*, достаточные для транспортирования гальки, гравия и песка. Всего лотков на карьере было 4, из них один всегда находился в резерве, так как лотки весьма быстро изнашивались.

Наиболее тяжелые фракции — булыги — оставались в забое в виде сплошного покрова, понижая при этом производительность установки.

Приходилось постоянно иметь бригаду из 3—4 рабочих для уборки вручную булыги из забоя. Булыгу можно было транспортировать и по лотку, но при этом требовался большой расход воды около 1:30, что вдвое понизило бы производительность установки.

г) Обогащение

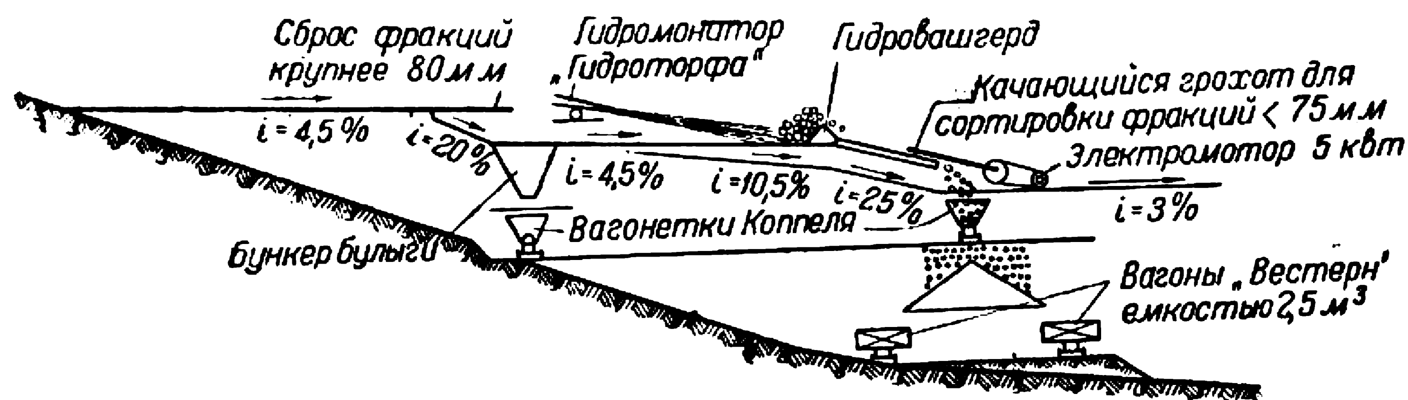
Фракции крупнее 80 *мм* сортировались на колосниковой решетке, уложенной неподвижно, с уклоном 12%. Для того чтобы не происходило заклинивания камней между колосниками решетки, отдельные колосники через каждые полметра были скреплены поперечниками. В конце грохот имел двускатную форму с уклоном колосников до 30°, по которым камни скатывались в приемный бункер.

После отделения крупных фракций пульпа поступала на вторую решетку размером $1\,000 \times 2\,000$ *мм*, сваренную из железных прутьев диаметром 10 *мм* и уложенную неподвижно. Вся пульпа с мелкими частицами ($d = 5$ *мм*) проваливалась сквозь решетку, а гравий гидромонитором проталкивался вверх по решетке, где благодаря устроенной, также решетчатой, перемычке задерживался и дополнительно промывался, после чего снова струей гидромонитора подавался на качающийся грохот, перекрытый двумя сварными решетками того же размера. На этих решетках в случае наличия в общей массе гравия глинистых частиц гравий окончательно промывался дополнительной струей (фиг. 80).

Наличие глинистых частиц в гравии вынуждало производить промывку гравия в гравиемойках, так как сильная струя гидромонитора гасилась в общей массе и не размывала кусочков глины. На Игнатовском карьере для этой цели был построен специальный гравиемоечный завод, который дополнительно промывал бóльшую часть гравия. Комья глины, содер-

жавшиеся в недомытом гравии, выбирались вручную при подаче гравия транспортерам, для этой цели последним давался замедленный ход.

Поток пульпы в нижней части сечения содержал песчаные частицы, а в верхней глинистые. Песок выбрасывался через специальные плоские



Фиг. 80. Схема сортировки гравия (Игнатовский карьер).

отверстия в дне лотка под эстакаду, откуда он вручную погружался в вагоны и вывозился на бетонный завод, а глинистые частицы уносились в отвал.

г) Производственные показатели

Способом гидромеханизации на Игнатовском карьере были выполнены следующие работы:

	1935 г.	1936 г.	Всего
Размыто породы $м^3$	144 192	370 946	515 138
Добыто гравия „	24 629	86 727	111 356

В 1935 г. — первом году эксплоатации — выход гравия составлял лишь 17% и производительность рабочего за смену (разработка породы) — 9 $м^3$ при расходе электроэнергии на 1 $м^3$ породы — 9,5 *квт-ч*.

В 1936 г. работа установок Игнатовского карьера характеризуется в целом и по отдельным месяцам показателями, приведенными в табл. 39.

Таблица 39

№№ п/п	Показатели	Измер.	Июнь	Август	Сентябрь	Ноябрь	Всего
1	Размыто породы	$м^3$	68 821	87 024	61 572	10 316	370 946
2	Добыто гравия	„	12 612	21 756	15 398	2 006	86 727
3	Процент выхода гравия	%	18,3	25,0	25,0	20,0	23,4
4	Производительность рабочего в смену породы	$м^3$	18,5	29,0	29,2	15,6	20,7
5	„ „ „ гравия	„	2,5	7,0	7,4	3,0	4,9
6	Среднесуточная производительность установки:						
	а) породы	„	2,294	800	2 058	515	1 750
	б) гравия	„	420	700	513	100	410
7	Расход электроэнергии на 1 $м^3$ породы	*квт-ч*	—	11,5	14,5	15,0	14,7
8	Стоимость 1 $м^3$ гравия	руб. и коп.	12—50	15—30	10—52	14—32	13—30

Простои установки в 1936 г. составляли 40,6% от общего рабочего времени и распределялись по отдельным видам следующим образом: механические — 5,9%, электротехнические — 0,1%, водопроводные — 9,2%, пульповодные — 2,6%, перестановка эстакад и гидромониторов — 4,7%, отсутствие тока — 0,6% и прочие — 17,5%.

3. РАЗРАБОТКА РАМЕНСКОГО КАРЬЕРА

В общем объеме выполненных работ на строительстве канала Москва — Волга установка на Раменском карьере имеет незначительный удельный вес, так как по ряду причин она была пущена только в конце сентября 1936 г. и за время работы до ноября на ней было добыто только 1 784 $м^3$ гравия и переработано — 25 263 $м^3$ породы. Однако по характеру выполненных работ и по принципам работы эта установка заслуживает особого внимания, так как такой способ работ был применен впервые в СССР и возможно в будущем найдет себе применение на других стройках при аналогичных условиях разработки грунтов.

а) Описание участка работ

Участок размером в плане 50 × 1 000 *м* был расположен на правом берегу маленькой речки Ильинки. В весеннее время участок затоплялся паводковыми водами, а в летнее время стояние грунтовых вод было не ниже 1 *м* от поверхности. Последнее обстоятельсто затрудняло разработку участка сухим способом, так как окружающая его местность имела везде более высокие отметки, а искусственное понижение грунтовых вод было весьма сложно.

Кроме того гравийная масса залегала на глубине до 15 *м* и представляла собой сплошной слой толщиной до 7—8 *м*. Верхний же слой толщиной 6—7 *м* состоял из мелких песков, не содержащих гравия. Таким образом все грунты, подлежащие разработке, представляли собою слабые песчаные породы. Расход воды в р. Ильинке в межень не превышал 15—20 *л/сек*.

Отмеченные выше топографические, геологические и гидрогеологические условия участка исключали возможность применения обычного способа гидромеханизации с размывом грунта гидромониторами. Поэтому в виде производственного опыта было решено произвести способ забора грунта непосредственно под водой с использованием оборотной воды, так как расход воды р. Ильинки не намного превышал потери воды на испарение. Наличие в гравийной массе камней крупностью до 30 *см* препятствовало применению землесосов для разработки карьера.

Кроме того для обогащения засасываемой массы (отделения от нее гравия) требовалась незначительная высота подъема (4—5 *м*), а это также свидетельствовало о невыгодности применения землесосов.

Поэтому для разработки этого участка в качестве основного оборудования были приняты гидроэлеваторы, установленные на понтоне вместе с насосными агрегатами.

Работа гидроэлеваторов определилась мощностью имевшихся в наличии насосов завода „Борец“ производительностью $Q = 1700$ $м^3/час$ и напором $H = 84$ *м* с электромоторами мощностью $H = 680$ *квт*, установленных на плашкоутах по одному на каждом плашкоуте. Забор грунта производился под водой на глубине до 15 *м* путем засасывания его гидроэлеваторами вместе с водой.

б) Схема работ

Форма разрабатываемого участка в виде узкой (50 *м*) и длинной (1 000 м) полосы определила следующую схему работ. Участок на всю ширину разрабатывался одним ходом снаряда — с выдачей пустых пород в отвал — на левую сторону участка (по ходу) и гравийной массы — на правую сторону, где устанавливалось обогатительное устройство. К последнему подходила железная дорога и гравий выпускался непосредственно из обогатительного устройства на железнодорожные платформы. Таким образом вдоль всего разрабатываемого участка по мере продвижения снаряда вперед должна была прокладываться железная дорога.

По мере разработки участка через каждые 100 *м* обогатительное устройство периодически перемещалось. При этом оно заранее строилось в новом месте с тем, чтобы для переключения снаряда на новое обогатительное устройство тратился минимум времени (2—3 часа). В пределах же 100 *м* снаряд мог работать бесперебойно и беспрерывно, перемещаясь по ширине участка посредством папильонирования, осуществляемого лебедками, устанавливаемыми на берегах разрабатываемого участка. Верхний слой толщиной 6—7 *м*, состоящий только из мелких песков (дюнных) и не содержащий гравия, разрабатывался левым снарядом, который подавал его по пловучему трубопроводу на левом берегу на высоту 3—4 *м*, откуда пульпа с помощью лотков распределялась по отвальной площади.

Такая схема производства работ была запроектирована только на первый период для разработки объема 75000—100000 $м^3$ породы, т. е. до тех пор, пока котлован не мог приобрести определенных размеров, достаточных для осветления в нем воды. В дальнейшем вся пульпа, засасываемая первым снарядом, должна была выпускаться прямо в котлован сзади второго снаряда.

Вследствие больших глубин в котловане грунт осаждался в непосредственной близости от места его выпуска и никаких опасений о засасывании его насосом не создавалось. Для начального действия снарядов был вырыт котлован размером 20×20 и глубиной до 2 *м*, куда после наполнения его водой и был спущен первый снаряд, а затем после увеличения котлована первым снарядом был спущен и второй снаряд.

Монтаж оборудования производился после спуска плашкоутов на воду. Всасывающие трубы гидроэлеватора были подвешены на отдельных понтонах посредством диференциальных талей, которыми и регулировалась высота подъема и опускания.

Напорный пульповод был смонтирован на понтонах из 8 звеньев деревянных непрерывных труб $d = 800$ *мм*. Звенья соединялись гибкими резиновыми шлангами [1], позволявшими перемещать снаряд во время разработки грунта в любом направлении на всей ширине участка.

Водоснабжение установки производилось из р. Ильинки, среднемеженний расход которой не превышал 15—20 *л/сек*. Так как этого расхода было недостаточно, то была полностью использована оборотная вода, для чего забой был соединен с р. Ильинкой канавой. На реке была сооружена плотина, образовавшая водохранилище, обеспечившее поступление воды в котлован.

в) Производительность установки и стоимость разработки грунта

Определение производительности установки в процессе проектирования было затруднено, так как была неизвестна консистенция засасываемой гидроэлеватором пульпы: подобного рода работы велись впервые и по ним никакого опыта не было. Поэтому из осторожности была принята консистенция пульпы 1:25.

Отсюда проектная часовая производительность одного снаряда установки при принятых насосных агрегатах и при производительности гидроэлеватора согласно расчету 1000 *л/сек* составляла: $\frac{1000 \cdot 3600}{(25+1)} = 138\,500$ *л/час*, или 138,5 $м^3/час$. Количество рабочих часов в сутки было принято 18. Отсюда суточная производительность одного снаряда была равна 2500 $м^3/сутки$ и всей установки — 5000 $м^3$ породы в сутки.

Фактическая же производительность одного снаряда в период его освоения колебалась от 58 до 128 $м^3/час$, т. е. в отдельные дни периода освоения производительность снаряда была близка к проектной. При этом необходимо отметить, что это далеко не максимально возможная произ-

[1] Из старых резиновых шлангов $d = 300$ *мм*, которые разрезались по длине и сшивались из 3 кусков (для получения необходимого диаметра).

водительность, так как работе снаряда мешал ряд мелких неполадок исключавших нормальную его работу. Так например, гибкие шланги $d = 300$ *мм*, установленные на всасывающих трубах, очень часто сжимались, что требовало укрепления их изнутри стальной спиралью. Последнее мероприятие сильно увеличивало потери во всасывающих трубах и уменьшало производительность гидроэлеваторов.

Гибкие шланги на напорном трубопроводе, изготовленные первоначально из брезента и облицованные внутри резиной, часто рвались, пока полностью не были заменены резиновыми сшивными. Кроме этого на всасывающих трубах не было вакуумметра и работа велась вслепую, между тем как оптимальные показания вакуумметра являются руководящими указаниями для эксплоатационного персонала. Кроме того в нижних слоях разрабатываемого участка встречались камни крупнее 30,0 *см*, которые часто забивали всасывающие трубы.

Расположенное на берегу котлована обогатительное устройство состояло из 8 трясунов обычного типа. Распределение пульпы по трясунам производилось выпусками, соответственно расположенными на общей магистрали. Выпуск гравия производился непосредственно на железнодорожные платформы.

Общая площадь сит с отверстиями $d = 8$ *см* на все 8 трясунов была около 32 $м^2$. При нормальной работе трясунов (когда отверстия не были забиты мелким гравием) пропускная способность их была достаточна. При забивке же отверстий пульпа попадала на железнодорожные платформы.

Обслуживали каждый снаряд 7 человек в смену, из них на насосном агрегате — 2, на всасывающих трубах — 3, на обогатительном устройстве — 2. При этом на снаряде, работающем по вскрыше гравийной массы, это количество снижалось до 5 человек, так как в этом случае не требовалось рабочих для обслуживания обогатительных устройств.

Следовательно производительность на 1 человека даже при плохой работе (при производительности снаряда 2 000 $м^3$/*сутки*) колебалась от 143 до 200 $м^3$ на человека в смену.

Об окончательной стоимости разработки грунтов на Раменском карьере говорить не приходится, так как нормально снаряды не работали. Однако и по тем результатам, которые были получены, можно судить о большой эффективности этого нового способа. Так например, при выполненном объеме работ около 50 000 $м^3$ за период освоения этого способа, сопровождавшегося рядом неполадок, отмеченных уже выше, эксплоатационные расходы достигли всего 88 коп. на 1 $м^3$.

Капитальные затраты на оборудование и подготовительные работы были также невелики, так как требовали лишь небольшого количества труб, а агрегаты, работающие обычно по размыву грунта, в данном случае отсутствовали.

Имевшие место расходы на монтаж установки, а также эксплоатационные расходы за период ее работы (с 1 апреля по 1 декабря 1936 г.) приведены в табл. 40.

Таблица 40

№ п. п	Наименование расходов	По монтажу	По эксплоатации
		руб. и коп.	руб. и коп.
1	Материалы	69 778—17	—
2	Транспортно-складские расходы	9 172—42	—
3	Заработная плата	43 549—40	—
4	Электроэнергия	26 552—60	27 893—81
5	Услуга своих производств	43 074—47	7 273—60
6	Прочие затраты	—	94—50
7	Амортизация	2 433—36	4 793—91
8	Накладные расходы	21 152—54	486—17
	Итого	215 712—96	40 541—99

Примечания. 1. Затраты по монтажу „услуга своих производств", включая переданные районом „Темпы" 27 272 р. 80 к.

2. В статью затраты по монтажу отнесена электроэнергия за испытательный период.

3. Выпуск гравия мытого 1 144 $м^3$.

4. Оборудование и инструмент, приходящиеся на установку на сумму 129 520 руб. по состоянию на 1 декабря 1936 г.

Всего установкой на Раменском карьере в 1936 г. было разработано 25 263 $м^3$ породы и добыто при этом гравия 1 784 $м^3$.

Расход электроэнергии был крайне неустойчив и колебался в пределах от 1,5 до 12 *квт-ч* на 1 $м^3$ вынутой породы.

В заключение следует отметить, что довести до конца испытания описанного способа и достигнуть нормальной производственной работы установки по ряду причин в 1936 г. не удалось, поэтому делать какие-либо окончательные выводы об описанном способе еще преждевременно. Но опыт разработки карьеров гидроэлеваторами безусловно следует продолжить.

Б. ПОЛУГИДРОМЕХАНИЗАЦИЯ

Кроме разработки выемок, возведения намывных дамб и плотин и добычи гравия способом гидромеханизации на строительстве канала Москва — Волга была применена еще так называемая „полугидромеханизация", под которой следует понимать „полугидравлический способ" производства земляных работ.

Полугидромеханизация применялась при разгрузке железнодорожных платформ и автомашин путем смыва грунта гидромониторами, а также при транспорте грунта — „гидротранспорте" (перемещение водой в открытых лотках грунта, разрабатываемого элеваторами).

Оба вида полугидромеханизации применялись на строительстве канала Москва — Волга с большим успехом: они освобождали от необходимости организации возки грунта на автомашинах и значительно ускоряли и удешевляли стоимость работ по разгрузке автомашин и железнодорожных платформ.

1. СМЫВ ГРУНТА С ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЛАТФОРМ

Смыв грунта с железнодорожных платформ был применен на строительстве канала Москва — Волга при разработке глубокой выемки Хлебниковского района в 1934 и 1935 гг.

Эта выемка объемом около 12 млн. $м^3$ разрабатывалась 15 экскаваторами Ковровского завода с отвозкой грунта на платформах нормальной железнодорожной колеи[1]. Свалка грунта производилась в 4—5 *км* от выемки, в пойме р. Клязьмы. Большой объем грунта, естественно, вызывал необходимость замены ручного труда механизированным. Для этого с целью разгрузки грунта был применен смыв.

Полученные результаты оказались вполне удачными и в течение 1934 и 1935 гг. смывом было разгружено 81 100 платформ грунта общим объемом около 755 000 $м^3$.

Проектная схема установки показана на фиг. 81.

Из водохранилища, образованного на р. Клязьме, вода подводилась по открытой канаве к заборному колодцу, откуда двумя насосными агрегатами по трубопроводу подавалась к смывной площадке. На смывной площадке было установлено 6 гидромониторов, из которых 4 предназначались для смыва грунта с платформ и 2 для проталкивания задержавшегося грунта с площадки в жолоб. Смытый грунт в виде пульпы протекал по магистральному жолобу и по распределительным лоткам поступал на отвальную площадку. Отделяющаяся вода направлялась специальной дамбой в отстойники, откуда через фашинные фильтры стекала в реку.

Проектом предусматривалось давление воды у насадка гидромонитора 2 *ат* и расход воды 5 $м^3$ на 1 $м^3$ смытого грунта.

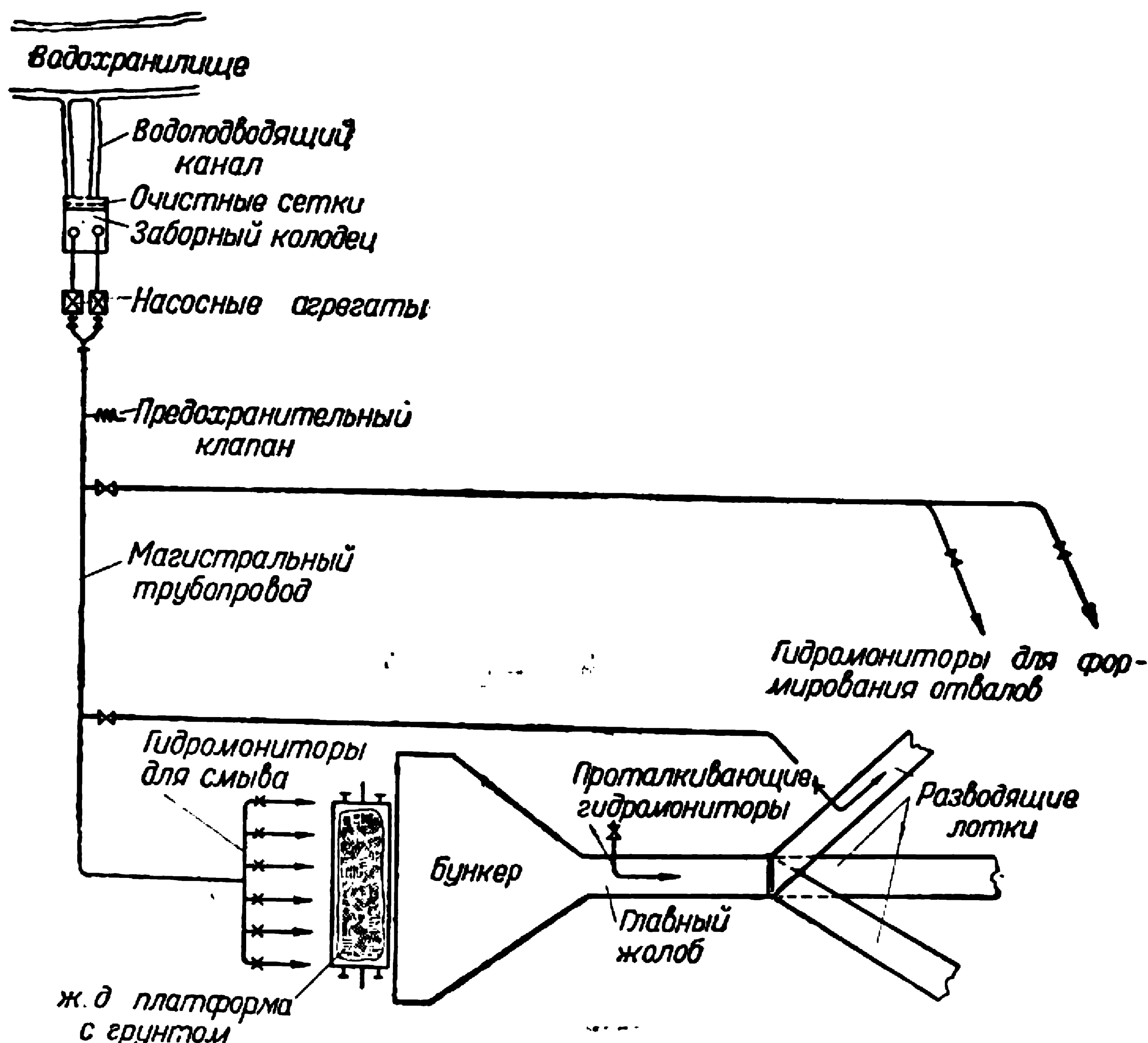
---

[1] См. выпуск отчета „Земляные работы на строительстве канала Москва — Волга", разд. „Экскаваторные работы".

Первоначально для укладки 820 000 $м^3$ грунта было намечено 2 отвальных участка. В 1934 г., считаясь с опытным характером установки, для нее был использован первый участок для объема до 320 000 $м^3$.

Средний меженний расход воды в р. Клязьме колебался от 0,6 до 1,0 $м^3/сек$. Фактический расход летом 1934 г. падал до 0,36 $м^3/сек$ и потребное для установки количество воды в 0,5 $м^3/сек$ было обеспечено путем сооружения небольшой плотины. Для подвода воды к насосной было использовано староречье реки длиной 85 *м* и шириной до 15 *м*.

Заборный колодец размером $3 \times 3 \times 5$ *м* был построен в виде простого деревянного сруба из щитовых пластин. Для предохранения всасывающих клапанов насосов от засорения в приемной части колодца были установлены 2 железные сетки с отверстиями $d = 5$ *мм*.



Фиг. 81. Схема смыва грунта с железнодорожных платформ (Хлебниковский район).

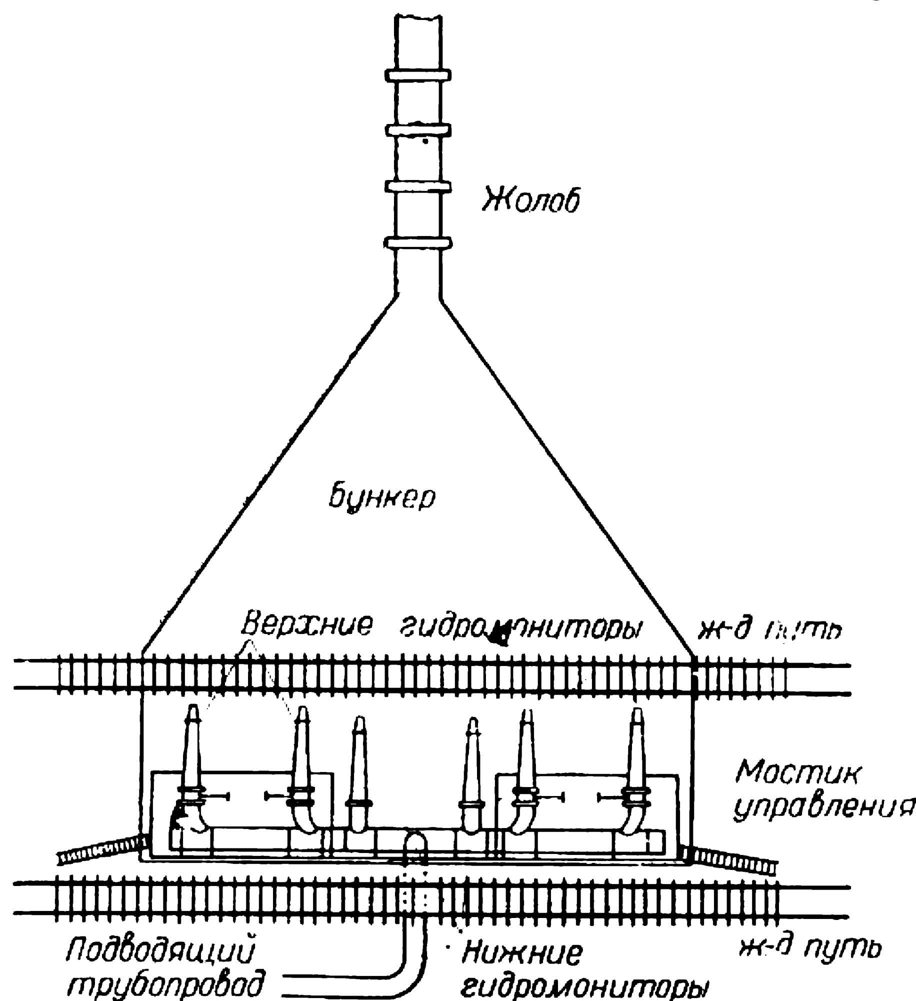
Насосная станция деревянная, временного типа размерами в плане $8 \times 8{,}5 \times 3$ *м* была построена на естественной террасе, расположенной на высоте 2,5 *м* над новым уровнем реки. В насосной были установлены 2 насоса завода „Борец" $Q = 1\,120$ $м^3/час$, $H = 37$ *м*, $n = 960$ об/мин. Ввиду отсутствия подходящих электромоторов первоначально были установлены: у первого насоса электромотор 190 *квт*, 6 000 *в*, 830 об/мин, а у второго насоса электромотор 340 *квт*, 6 000 *в*, 730 об/мин. Фактически насосы давали производительность 850 $м^3/час$ и развивали напор 2,4 *ат*. Использованная мощность мотора была только 90 *квт*. Водопровод длиной 280 *м* состоял из сварных труб $d = 500$ *мм*, уложенных в открытой канаве на деревянных подкладках.

Потери напора в водопроводе достигали 11 *м*, поэтому давление струи у насадка гидромониторов не превышало 1,3 *ат*. Это сказалось отрицательно на производительности установки. Опыт подтвердил необходимость наличия давления 2 *ат*, предусмотренного проектом, и даже желательность его повышения до 2,5—3 *ат*.

Смывная площадка была построена на расстоянии 280 *м* от насосной станции и представляла собой род низкого, плоскодонного бункера в виде треугольника. Верхний пол площадки был поднят до уровня пола платформы — 1,6 *м* от рельса с расстоянием от борта последней в 220 *мм* с тем, чтобы откинутый борт платформы ложился на край пола бункера. Полу давался уклон до 0,2. На уровне рельсов устроен второй пол с меньшим уклоном 0,04—для смыва свалившегося на полотно грунта.

Сливной бункер плавно суживался и переходил в деревянный прямоугольный жолоб размером 0,8 × 0,8 *м*, длиной 80 *м* с уклоном 0,02 (фиг. 82 и 83).

Передний край пола бункера, борты и жолоб для предохранения от быстрого износа были обиты железом. Магистральный жолоб переходил на свалке в распределительные лотки, которые передвигались по мере заполнения мест свалки. При скорости пульпы в жолобе 4—5 *м/сек* по нему свободно проходили и крупные камни весом до 50 *кг*.



Фиг. 82. План смывной площадки (Хлебниковский район).

Рабочие гидромониторы были приподняты над платформой на высоту ∾ 0,25 *м* (над головкой рельса на 2 *м*). Из-за близости второго железнодорожного пути рядом со смывной площадкой рычаги у гидромонитора были применены укороченного типа.

Для управления каждым гидромонитором ввиду трудности работы требовалось не менее двух человек. Расстояние от насадка гидромонитора до грунта составляло 0,7 *м*. Установленные гидромониторы $d = 225$ *мм* были излишне тяжелы и их вполне можно было заменить гидромониторами $d = 125—175$ *мм*.

Для осветления воды и образования отстойников места свалки были обвалованы. Однако осветление воды было не полным, и в реку попадали частицы грунта.

Найденный опытным путем метод смыва грунта заключался в следующем: груженый состав подавался хвостом под уклон железнодорожного пути, причем под разгрузку подавались 2 платформы с остановкой

Таблица 41

№ п/п	Показатели	Измер.	По проекту	1934 г.	1935 г.
1	Смыто с платформ грунта	$м^3$	—	116 000	630 700
2	Разгружено платформ	шт.	—	12 690	68 420
3	Суточная производительность установок	$м^3$	2 190	1 700	3 160
4	Количество разгруженных за сутки платформ	шт.	240	190	338
5	Продолжительность разгрузки платформ	мин.	—	4—5	2,1
6	Производительность рабочего в смену	$м^3$	39	25	45,3
7	Расход воды на 1 $м^3$ грунта	"	9,1	15	—
8	" электроэнергии	*квт-ч*	0,97	1,4	0,7
9	Стоимость разгрузки	коп.	21	35	—

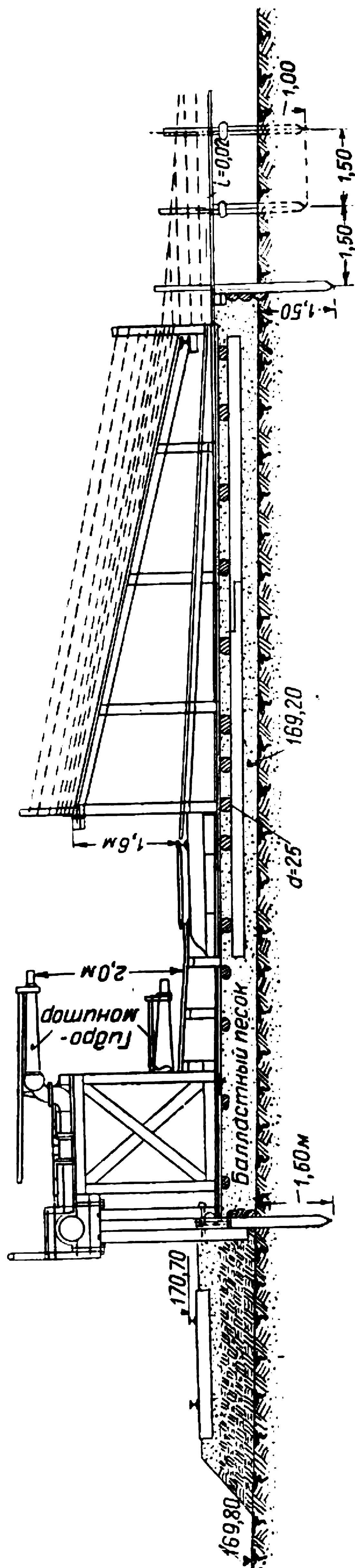
состава. Струи верхних гидромониторов, действуя попарно, направлялись на середину платформы и, передвигаясь горизонтально к краю платформы, снимали гребень насыпанного грунта высотой около 30,0 *см*. Дойдя до края, струи, действуя совместно, опускались по вертикали, прорезая канавку до пола платформы.

В следующей операции струя передвигалась по горизонтали таким образом, что одна струя все время была направлена в основание грунта, подмывая его и заставляя осыпаться на пол платформы; другая же, действуя вслед за первой, подхватывала осыпающийся грунт и сбрасывала его по площадке к горлу бункера и далее в жолоб. При этих операциях передний борт платформы, обращенный к гидромониторам, оставался все время поднятым. Когда струи доходили до другого края платформы, борт опускался, струи возвращались по горизонтали обратно и омывали оставшийся грунт. Работа с поднятым бортом была вызвана стремлением предотвратить падение породы на площадку впереди платформы.

Весь процесс смыва, включая время на продвижение состава и на промыв площадки, составлял в 1934 г. в среднем 4—5 мин. на платформу емкостью 8—9 $м^3$ грунта. При этом легкий грунт — песок, супеси, чернозем, торф — удавалось смывать в течение 1—1,5 мин., тогда как на смыв платформы глинистого грунта с крупными комьями и камнями требовалось до 8—9 мин. В 1935 г. средняя продолжительность разгрузки одной платформы была около 2 мин.

При давлении струи у насадки в 1,3 *ат* оказалось целесообразным вести разгрузку преимущественно одних легких грунтов. Повышение давления (путем выключения части мониторов) резко улучшило условия смыва тяжелых грунтов, что лишний раз указывает на необходимость повышения давления.

Установку обычно обслуживало 56 человек, из которых: прораб — 1, пом. прораба — 1, десятник — 1, ст. монтер у насоса — 2, кладовщик — 1, мотористы — 2, слесари — 2, бригада гидромониторщиков — 46 чел. В каждой смене в бригаде гидромониторщиков было 23 человека, в этом числе на управлении гидромониторами 6 · 2 = 12 человек, на открывании бортов платформы — 1, на закрывании бортов — 2, на свалке, жолобе, лотках — 7, бригадир — 1. Работы велись круглые сутки в две смены. Показатели работы даны в табл. 41.



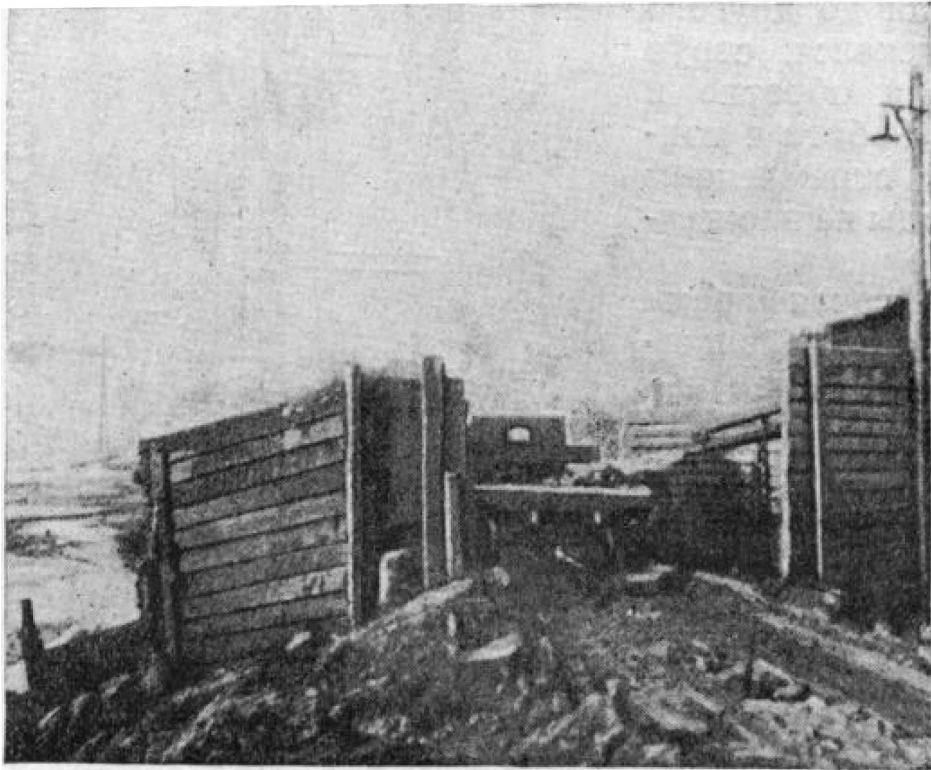
Фиг. 83. Схема смывной площадки — боковой вид (Хлебниковский район).

Стоимость разгрузки составляла в среднем за все время — 20,9 коп. за 1 $м^3$ грунта, что было почти в 3 раза ниже стоимости ручной разгрузки.

Результат работы установки на глубокой выемке в Хлебниковском районе позволяет сделать следующие выводы: а) смыв полностью механизирует разгрузку платформ и распределение грунта на свалке; б) по сравнению с ручной выгрузкой смыв ускоряет процесс разгрузки и удешевляет стоимость разгрузочных работ; в) чрезвычайно важным преимуществом гидромеханизации является осуществление централизованной разгрузки грунта. Состав остается на магистральных, надежно выполненных путях, и распределение грунта на свалке достигается путем перестановки только легких деревянных лотков; г) отпадает сложная работа по укладке тупиков железнодорожных путей, балластировке их и пр.

2. СМЫВ С АВТОМАШИН

Смыв груза с железнодорожной платформы, эффективно проведенный в 1934 и 1935 гг. в Хлебниковском районе, побудил Строительство применить этот способ и для разгрузки автомашин (фиг. 84).



Фиг. 84. Смыв грунта с автомашин.

В 1936 г. в том же Хлебниковском районе этим способом было разгружено около 189 000 $м^3$ грунта. Разгрузка производилась тем же методом, как и разгрузка железнодорожных платформ. Вместо обычных 4—5 мин. на разгрузку автомашины при новом методе затрачивалось от 15 до 22 сек., а количество занятых на этой работе людей было снижено в 4—5 раз; производительность рабочего на разгрузке в среднем достигала 50 $м^3$ в смену. Стоимость разгрузки составила около 22 коп. за 1 $м^3$, т. е. примерно в 4 раза дешевле ручной разгрузки.

Экономический эффект от применения смыва однако в действительности оказался еще выше вследствие экономии, полученной на эксплоатации дорог, ремонте и эксплоатации автотранспорта и уменьшении количества потребных автомашин в связи с более быстрой их оборачиваемостью.

Показатели работы установки по смыву грунта с автомашин в 1936 г. даны в табл. 42.

Таблица 42

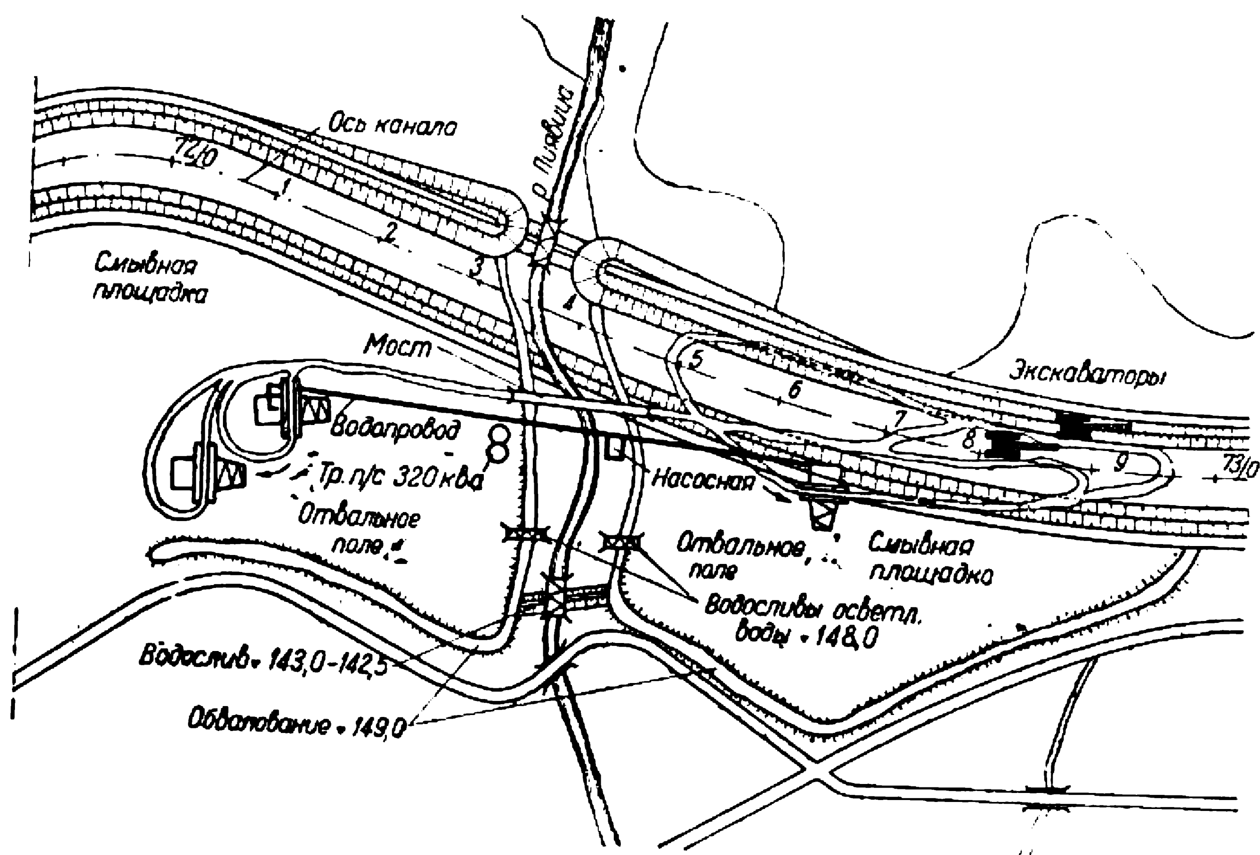
Показатели	Измер.	Март	Апрель	Май	Июнь	Всего
Смыто грунта с автомашин	$м^3$	24 125	72 712	79 114	13 354	189 305
Средняя производительность в сутки	"	780	2 500	2 700	1 335	1 900
Производительность рабочего в смену	"	40	56	63	46	56
Коэфициент использования установки	%	67	47	50	43	64

Смыв грунта с автомашин нашел также большое применение в Центральном районе строительства канала Москва — Волга в летний сезон 1936 г. Здесь смывные площадки были построены при разработке Голавинского бугра в районе долины р. Пьявицы.

Потребность в смывных площадках остро возникла, когда из-за задержки автомашин на кавальерах начала падать их оборачиваемость, чем ставилось под угрозу выполнение месячных планов.

Недостатки в организации отвозки грунта от экскаваторов автомашинами отпадали при организации смывной площадки. Вместо многих плохо уложенных и дорогих автолежневок прокладывалась одна хорошо сделанная дорога, которая вне котлована даже шоссировалась до смывной площадки (фиг. 85).

Смывная площадка состояла из подъездной площадки размером в плане 17 × 3,2 *м*, гидромониторной — 12 × 6 *м*, наклонных щитков для направления стока воды с гидромониторной площадки, лотка трапецоидальной формы с основаниями 6 и 1,5 *м* и длиной 10—12 *м* (фиг. 86).

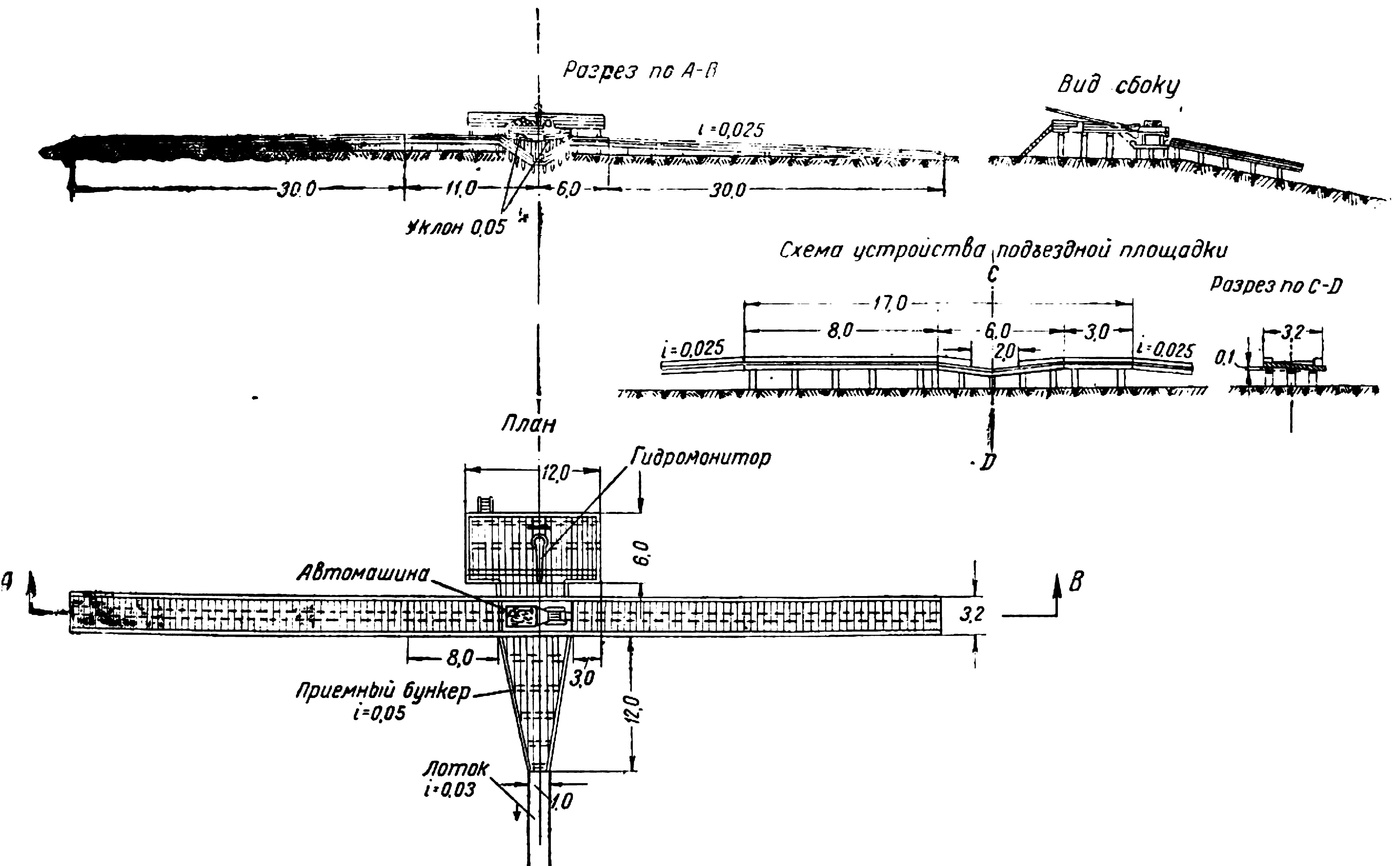


Фиг. 85. Схема организации работ по смыву грунта с автомашин (Центральный район).

Подъездная площадка имела пол из обрезных досок толщиной 70 *мм*. Двойной настил площадки для обеспечения водонепроницаемости конопатился и заливался смолой. Для стока воды площадка устраивалась с уклоном $i = 0{,}03$ в обеих сторонах и таким же боковым уклоном в сторону лотка. Размеры подъездной площадки были рассчитаны для размещения на ней трех автомашин: с первой велся смыв, на второй открывались борта и третья подходила к площадке.

Гидромониторная площадка строилась из обрезных досок толщиной 30 *мм* двойного настила с конопаткой и заливкой смолой. На этой площадке устанавливался гидромонитор, к которому вода подводилась от водопровода. Щитки размером 6 × 1,5 *м* строились из хорошо пригнанной шалевки. Смываемый с автомашин грунт по лоткам транспортировался в отвальное поле.

Все площадки и лоток устраивались таким образом, чтобы получался один уклон в сторону отвального поля. Само отвальное поле также имело уклон от площадки, чтобы смываемый грунт уносился водой возможно дальше от нее. Высота лотка над поверхностью земли достигала около 1,5 *м*. В том случае, когда отвальное поле имело небольшой уклон, реко-



Фиг. 86. Схема расположения подъезда и площадки для смыва грунта с автомашин (Центральный район).

мендовалось в целях предупреждения завалов ставить по пути смыва дополнительные гидромониторы „Бустер", из них первый на расстоянии 50 *м* от площадки.

Водоснабжение смывной площадки. Из трех групп смывных площадок на двух были построены специальные насосные станции. На третьем участке была построена одна насосная станция, состоявшая из трех параллельно соединенных агрегатов для питания двух площадок. На пятом участке насосная станция состояла из двух агрегатов для питания трех площадок.

Все агрегаты были однотипные: насосы завода им. Фрунзе, двухстороннего всасывания $Q = 660$ *м*³/*час*, $H = 45$ *м*, с электромоторами 140 *квт*, 380 *в* и 1 450 об/мин.

На одной площадке пятого участка был использован магистральный водопровод и насосная установки № 233. Производительность насосной по проекту определялась из расчета расхода 4 *м*³ воды на 1 *м*³ смываемого грунта при напоре 35 *м*; из них на собственно смыв 2,5 *м*³



Фиг. 87. Смыв грунта с автомашин.

и 1,5 *м*³ — на подгон и смыв осевшего грунта с подъездной площадки и лотков. Средняя продолжительность смыва была 12 сек. (колебания от 8 до 15 сек.). Гидромониторы имели насадки $d = 90$ *мм* (фиг. 87).

Фактически расход воды был значительно выше запроектированного и доходил до 9 *м*³ на 1 *м*³ грунта. Вызывалось это тем, что автомашины подходили к площадке с интервалом в 1—1,5 мин., во время которых гидромониторы конечно не выключались.

Пропускная способность площадки в час, считая в среднем 12 сек. на смыв грунта с одной машины и коэфициент использования площадки 0,5, составляла:

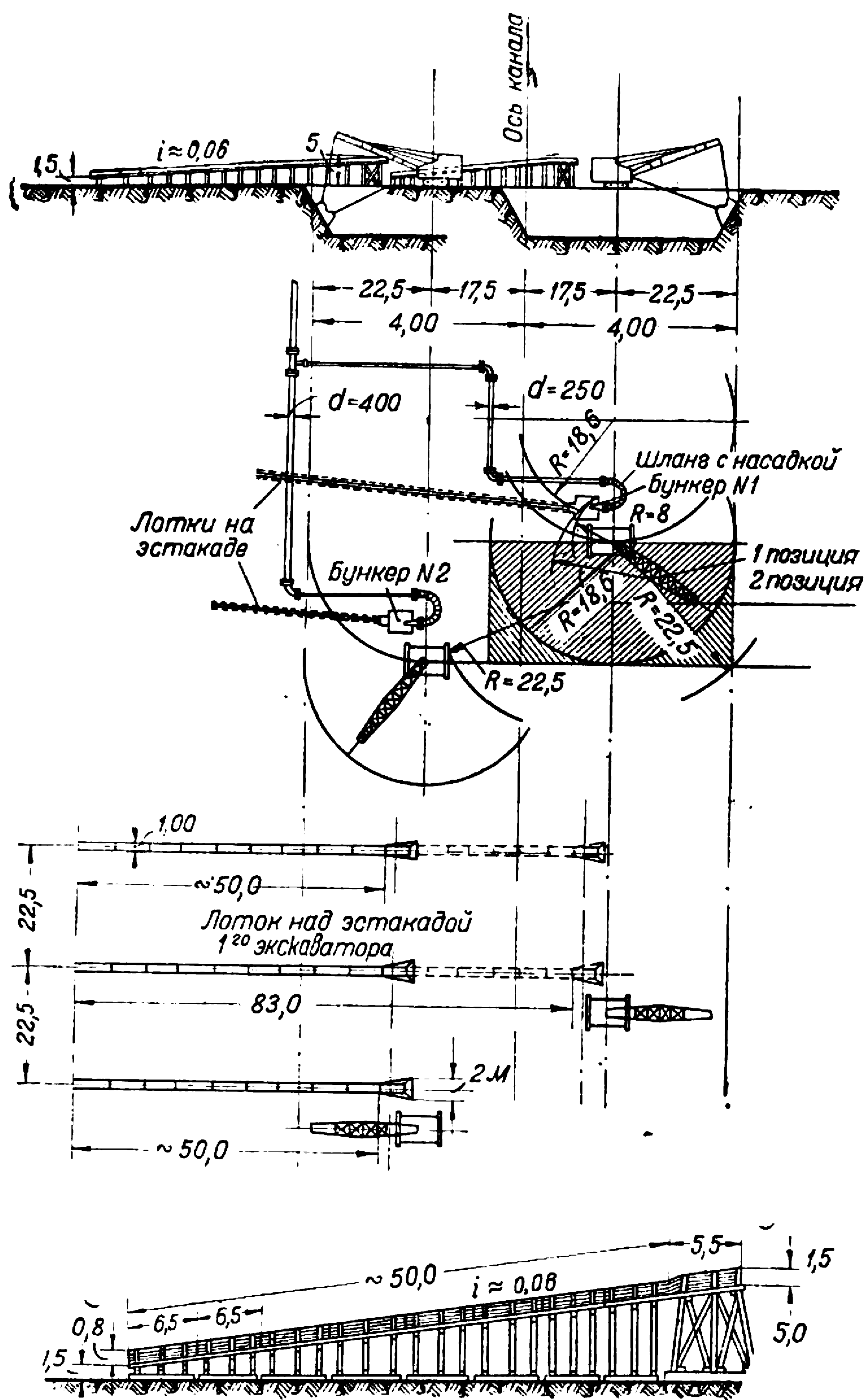
$$П = \frac{3\,600 \cdot 0{,}5}{12} = 150 \text{ машин в час,}$$

что составляет приблизительно 270 *м*³/*час* грунта.

3. ГИДРОТРАНСПОРТ ГРУНТА

Гидротранспорт впервые был применен на строительстве канала Москва — Волга в 1935 г., при разработке в Центральном районе подводящего канала к насосной станции экскаваторами „Рустон 10" и „Везерхютте 900".

Как известно, при экскаваторной разработке грунтов обычно наиболее узким местом является транспорт. Опыт же применения воды в качестве транспортного средства показал, что проблема транспортировки грунта

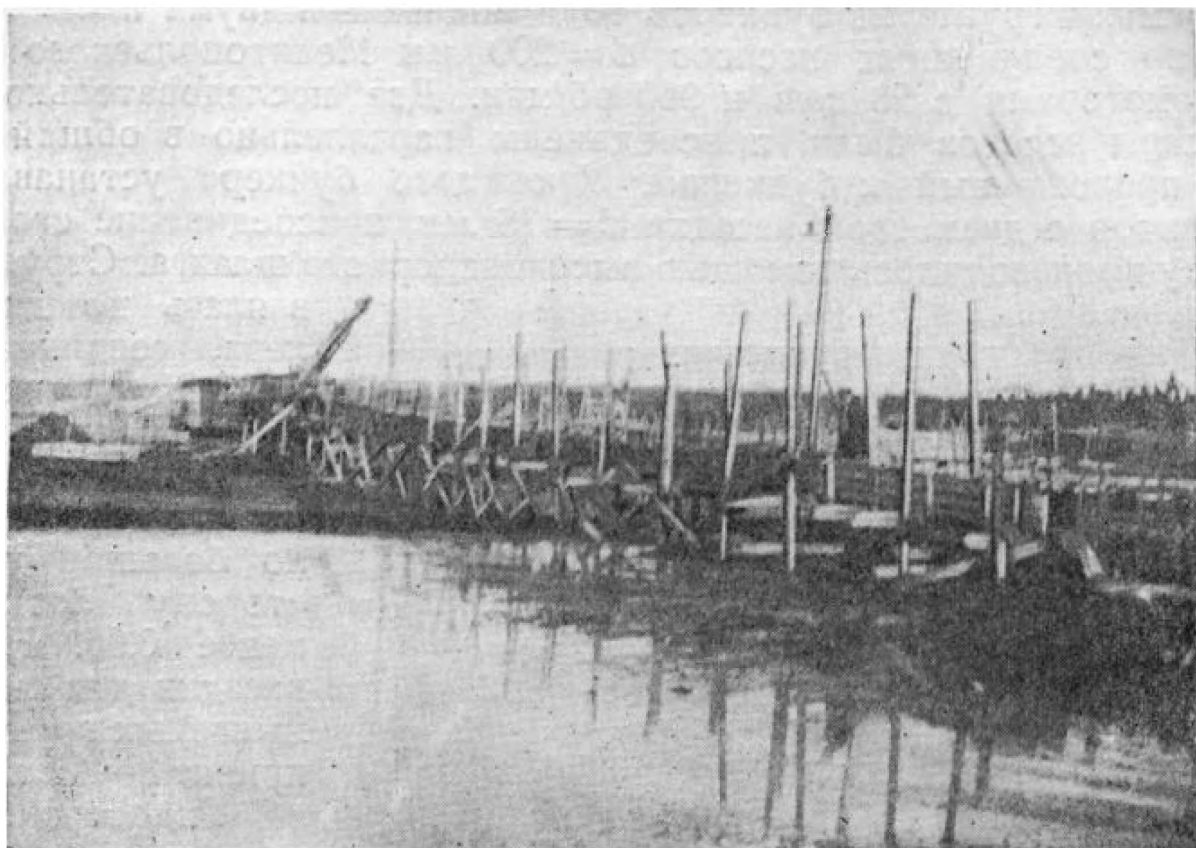


Фиг. 88. Схема разработки выемки грунта экскаваторами при гидротранспорте (Центральный район).

от экскаваторов типа дреглайн разрешается чрезвычайно просто и дешево применением гидротранспорта.

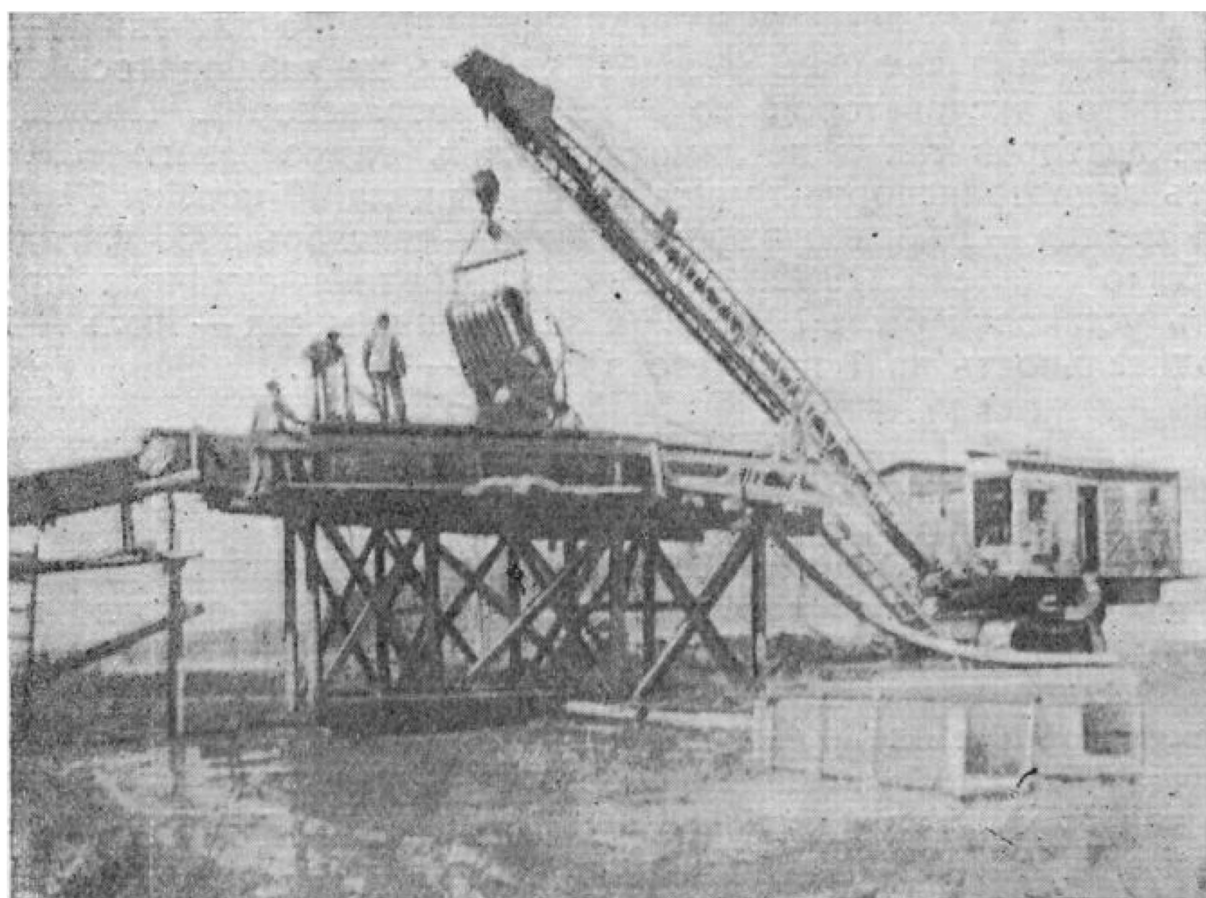
Для организации самотечного гидротранспорта были необходимы следующие условия: а) возможность создания уклона для лотков от бункера

около 0,06 и б) наличие источника с достаточным количеством воды. Значительный уклон лотков принимался из расчета смыва грунта комьями с приведением лишь небольшого количества во взвешенное состояние.



Фиг. 89. Общий вид установок по гидротранспорту.

Экскаваторы „Рустон 10" с емкостью ковша 0,96 *м*³ и „Везерхютте 900" с емкостью ковша 1 *м*³ работали параллельно, один по одну, а второй — по другую сторону оси канала. Бункера и эстакады устраивались

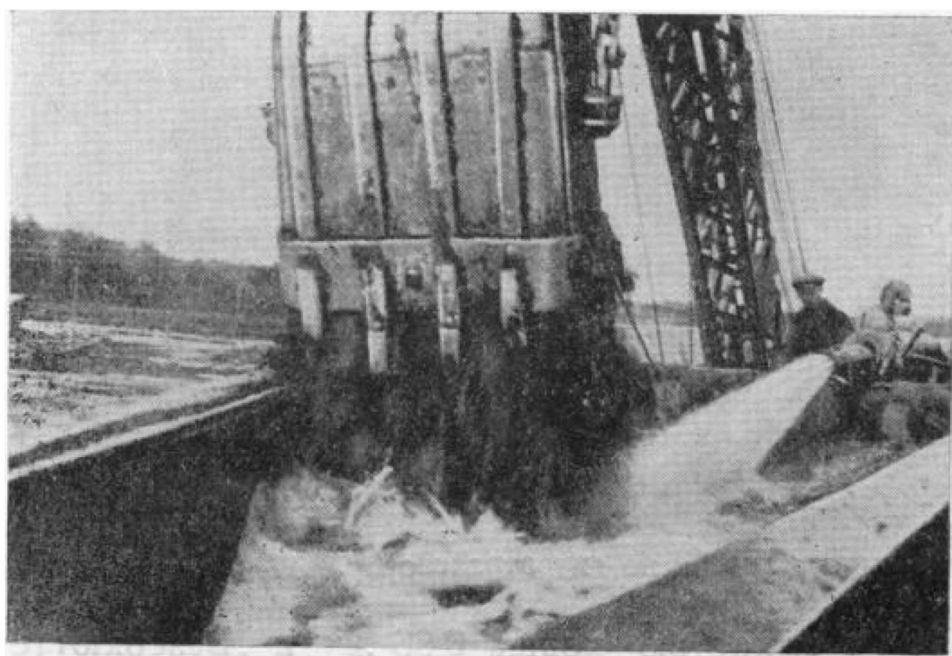


Фиг. 90. Экскаватор „Рустон" разгружает ковш в приемный бункер.

подвижными, для чего последние строились из звеньев длиной 6,5 *м*. Лотки с эстакадой передвигались отдельными звеньями после использования их обоими экскаваторами (фиг. 88).

Как видно из схемы, грунт сбрасывался экскаваторами в два бункера, а пульпа могла отводиться тремя лотками на эстакадах. Экскаватор, окончив забой, перемещался со своим бункером к заранее поставленной эстакаде с лотками.

Для смыва грунта из бункеров вода подавалась двумя парами последовательно соединенных насосов $d = 200$ *мм* Мелитопольского завода с электромоторами в 28 *квт* и 960 об/мин. Две последовательно соединенные пары насосов были присоединены параллельно в общий трубопровод, проложенный к бункерам. У каждого бункера устанавливался гидромонитор с диаметром насадка $d = 75$ *мм*, присоединение его к трубопроводу производилось помощью высоконапорного шланга. Струя направлялась по дну бункера, соединенного с лотком конусообразной вставкой (фиг. 89, 90, 91).



Фиг. 91. Смыв грунта, подаваемого экскаватором в бункер, из насадка, присоединенного к гибкому шлангу.

Дно бункера имело большой уклон в сторону лотков — не менее 0,06. Напор у насадки для легко размываемых грунтов был принят 3—4 *ат*.

Гидротранспорт с успехом был применен для транспорта торфа. На песке и на глине работа шла менее удовлетворительно. Для песка были малы принятые уклоны лотков [1], а для глины — напор.

На протяжении четырех месяцев работы не наблюдалось ни одного случая простоя экскаваторов по вине гидротранспорта. Производительность экскаваторов также не лимитировалась гидротранспортом. Полная стоимость гидротранспорта грунта не превышала 40 коп. за 1 $м^3$.

За 4 месяца — 103 рабочих дня — июнь — сентябрь 1935 г. гидротранспортом было удалено 119 729 $м^3$ грунта. Средняя суточная производительность установки была 1 165 $м^3$ и за лучший месяц — июль — 1 280 $м^3$. Производительность на 1 рабочего в смену — 16 $м^3$.

4. РАБОТА ГИДРОВАШГЕРДА

На строительстве канала Москва — Волга гидровашгерды были применены на Татаровском карьере Карамышевского района в 1935 — 1936 гг.

Установка предназначалась для промывки и сортировки гравия, добытого экскаваторным или ручным способом.

Обычная схема организации работ, принятая при гидровашгердном способе промывки гравия, заключалась в следующем: гравий в естественной смеси с песком поступал на эстакаду, с которой через бункер разгружался на нижнюю горизонтальную площадку промывного устройства. Непосредственно перед этой приемочной площадкой устанавливался гидро-

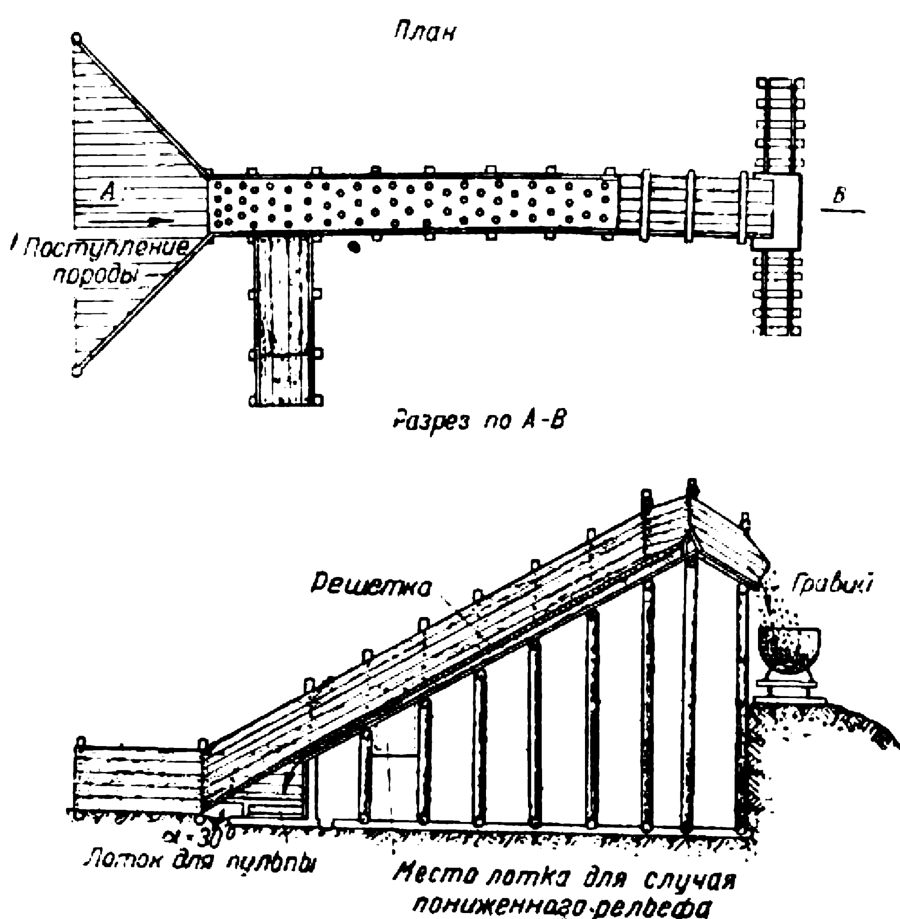
[1] Разумеется, что уклон был недостаточен при тех расходах воды, которые подавались гидромониторами, а также в силу упомянутого выше способа работ грунт, подававшийся в бункер, содержал огромные комья.

монитор, струей которого гравийная масса промывалась и проталкивалась по наклонной решетке вверх.

При продвижении гравия вверх по решетке песок отмывался от гравия и вместе с водой через отверстия решетки стекал вниз, а чистый, промытый гравий через боковой лоток верхней площадки гидровашгерда сбрасывался или в штабель или в бункер и далее вагонетками отвозился к месту потребления. В отдельных случаях материал тем или иным способом непосредственно подавался к гидровашгерду, минуя эстакаду (фиг. 92).

Из нижней части промывного устройства пульпа самотеком по лоткам или при помощи землесосов транспортировалась на место отвалов. Напорная вода, необходимая для промывки, подавалась к гидромониторам от насосной станции, сооружаемой на ближайшем источнике водоснабжения.

Строительно-монтажные работы по осуществлению первого гидровашгерда в комбинации с работой экскаваторов на Татищевском карьере начались 1 апреля 1935 г. и были закончены 5 мая 1935 г. За первые 3 месяца работы на гидровашгерде было промыто чистого гравия 20 490 $м^3$. В 1936 г. гидровашгерд имел применение не только в Карамышевском районе, но и в Водопроводном районе (карьер „Милицейский бугор“) и Икшинском районе (карьер „Гурбан“).



Фиг. 92. Схема гидровашгерда.

Комбинированная работа гидровашгерда и экскаватора ППГ началась только после промывки заготовленных штабелей с первых чисел августа 1935 г. За период работы гидровашгердов, загружаемых гравием, подвозимым по узкоколейке мотовозами от экскаваторов, гидровашгерды были загружены только на 40—50% и остальное время или работали вхолостую или выключались. Транспорт не в состоянии был обслужить работу гидровашгердов.

Тем не менее за время август — декабрь 1935 г. гидровашгердами было промыто чистого гравия 46 972 $м^3$, а также попутно заготовлено большое количество чистого песка, удовлетворяющего кондиционным техническим условиям для нерудных, при весьма дешевой стоимости (2 руб. за 1 $м^3$).

С декабря 1935 г. гидровашгерды были установлены в зимней, отепленной обогатительной фабрике, которая была связана узкоколейными путями для мотовозной тяги как со шлюзом № 9, так и с гравийным карьером, где производилась выемка грунтов тремя экскаваторами ППГ. Транспорт в зимних условиях также не справлялся со своей задачей и лимитировал работу гидровашгердов, сводя производительность последних до 30—40% возможной производительности, увеличивая тем самым стоимость добычи 1 $м^3$ гравия.

В 1936 г. работа на гидровашгерде протекала в более нормальных условиях, и общую сумму простоев удалось свести к минимуму — 12,7% от всего рабочего времени, распределялись они следующим образом:

механические — 5,7%, электротехнические — 0,7%, водопроводные — 2,0%, пульповодные — 0,3%, перестановка гидромониторов — 1,0%, отсутствие тока — 0,7% и прочие — 2,3%.

В итоге за два года работы установкой выполнено:

	1935 г.	1936 г.	Всего
1. Промыто породы	104 000	460 000	564 000
2. Выработано чистого гравия	67 462	77 713	145 175

Производственные показатели работы гидровашгерда на Татаровском карьере в 1936 г. даны в табл. 43.

Таблица 43

№ п/п	Показатели	Измер.	Июнь	Август	Октябрь	Декабрь	Всего
1	Промыто породы	$м^3$	42 814	47 924	75 000	27 371	460 342
2	Добыто чистого гравия	"	6 850	8 485	12 438	3 727	77 713
3	% выхода гравия	%	16	17,7	16,5	13,5	17,0
4	Производительность установки в сутки:						
	а) в породе	$м^3$	1 450	1 600	2 500	940	1 350
	б) " гравии	"	236	282	415	128	230
5	Производительность рабочего в сутки:						
	а) гравийной породы	"	48,5	58	56	26	41
	б) чистого гравия	"	7,8	10,4	9,4	3,5	6,2

ГЛАВА V

ОБОРУДОВАНИЕ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ

1. ОПИСАНИЕ ЗЕМЛЕСОСОВ

Одним из основных механизмов гидромеханизации является землесос, служащий для подъема и транспортирования пульпы.

Землесос представляет собой механизм, весьма похожий на водяной центробежный насос, с той лишь разницей, что последний работает на чистой воде, а землесос качает воду со значительной примесью твердых частиц — песка, ила, глины, мелких камней и т. д., причем правильно запроектированные землесосы работают тем продуктивнее и экономичнее, чем гуще консистенция пульпы.

В соответствии со своим назначением землесос в отличие от центробежного насоса выполняется из материала, долго сопротивляющегося износу, и приспособляется для пропуска более или менее крупных твердых частиц грунта.

Основными частями землесоса являются: 1) корпус; 2) рабочее колесо; 3) вал с подшипниками и с соединительной муфтой; 4) сменные части корпуса; 5) всасывающий и нагнетательный патрубки; 6) пусковая и измерительная аппаратура.

Широкое применение на строительстве канала Москва — Волга землесосов дало возможность освоить работу этих механизмов и выявить наряду с их достоинствами ряд их конструктивных недостатков.

В 1936 г. на строительстве канала Москва — Волга работали три типа землесосов:

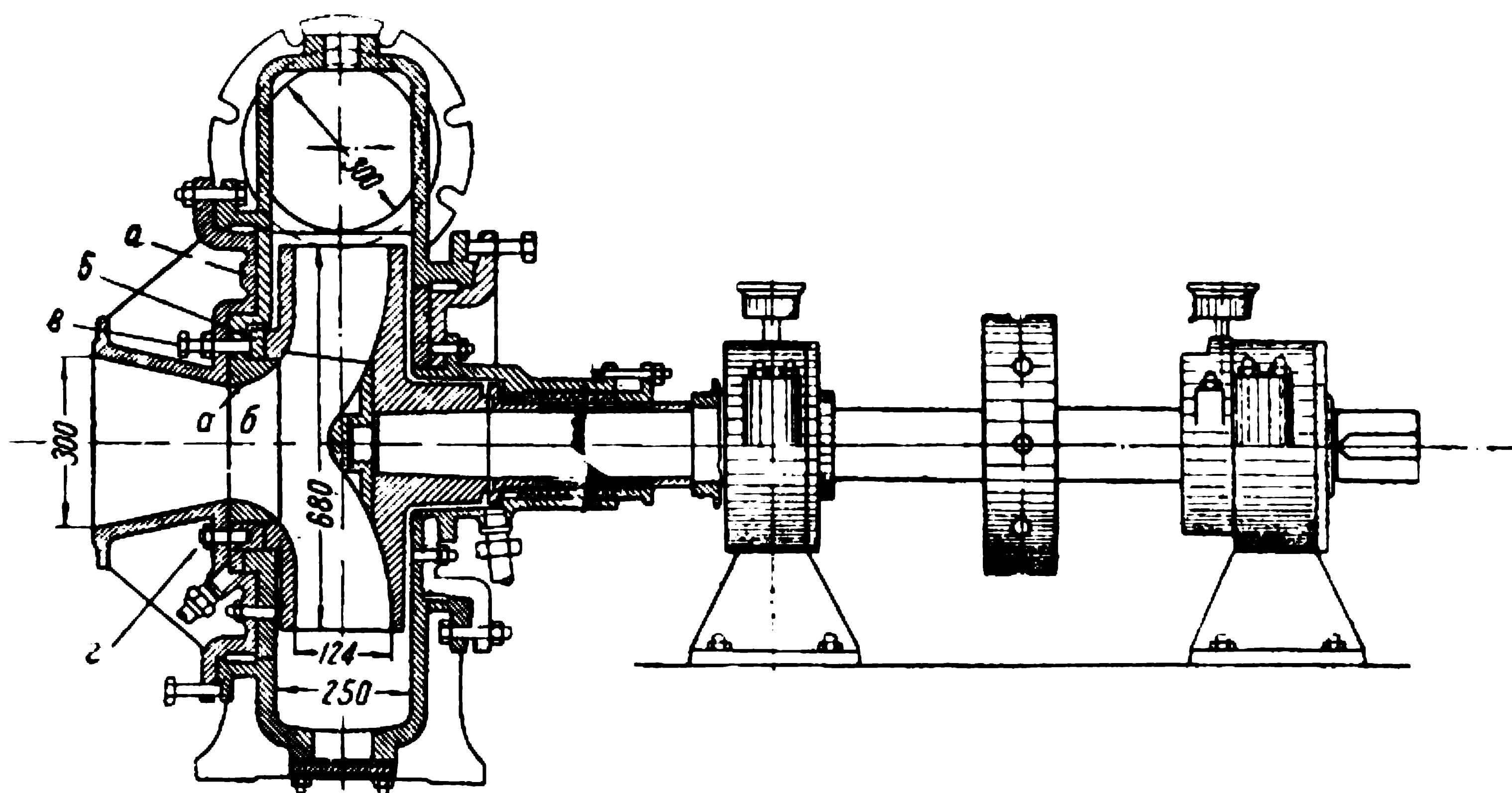
1. Землесосы завода МВС $Q = 800$ $м^3/час$, $H = 30$ $м$, $n = 730$ об/мин.
2. " Мелитопольского завода $Q = 400$ $м^3/час$, $H = 30$ $м$, $n = 730$ об/мин.
3. " завода им. Калинина $Q = 800$ $м^3/час$, $H = 30$ $м$, $n = 730$ об/мин.

В настоящее же время запроектирован совершенно новый тип землесоса, в котором устранены недостатки, обнаруженные в перечисленных выше землесосах, — это землесос ЗГМ-1 конструкции отдела гидромеханизации строительства Куйбышевского гидроузла.

а) Землесос завода строительства канала Москва — Волга (МВС)

Корпус и сменные части землесоса. Внешнее очертание корпуса землесоса МВС аналогично корпусу центробежного насоса с улиткообразной формой отливного канала (фиг. 93).

От действия песка и камней, содержащихся в воде, корпус — наиболее дорогая часть землесоса — быстро изнашивается, поэтому для увеличения срока работы корпуса с внутренней его стороны устроена броня из твердой стали, а другие места корпуса, подвергающиеся наибольшему износу, сделаны из сменных деталей. Наиболее опасным местом в отношении износа является так называемая „горловина" — часть крышки на всасывающей стороне, расположенная непосредственно перед входом в рабочее колесо, защищенная сменной деталью *а*, изготовляемой из железа или стали



Фиг. 93. Схема землесоса завода МВС.

Для предотвращения протекания больших количеств пульпы обратно во всас, а следовательно и уменьшения производительности землесоса на сменную деталь *а* надето сменное уплотнительное кольцо *б*, которое по мере износа придвигается к рабочему колесу помощью болтов *в*, а при помощи болтов *г* прижимается к всасывающей крышке *д*. Болтами *в* и *г* уплотнительное кольцо устанавливается так, чтобы зазор между ним и рабочим колесом не превышал 0,25—0,4 *мм*. С целью уменьшения износа уплотнительного кольца и колеса к ним в четырех точках со стороны всаса и в двух точках со стороны сальника подводится промывочная вода под напором, в $1^1/_2$—2 раза превышающим напор, создаваемый землесосом.

Наибольшему износу подвергается начальная часть улитки от напорного патрубка на $^1/_3$ окружности, считая по направлению вращения колеса, — эта часть бронируется.

Против рабочего колеса со стороны сальника лобовая часть корпуса и внутренняя часть крышки прикрываются съемными бронями из твердых сталей.

Рабочее колесо делается чугунное или стальное [1] с 3—4 лопатками, покрытыми броней — сменными стальными пластинами. Последние

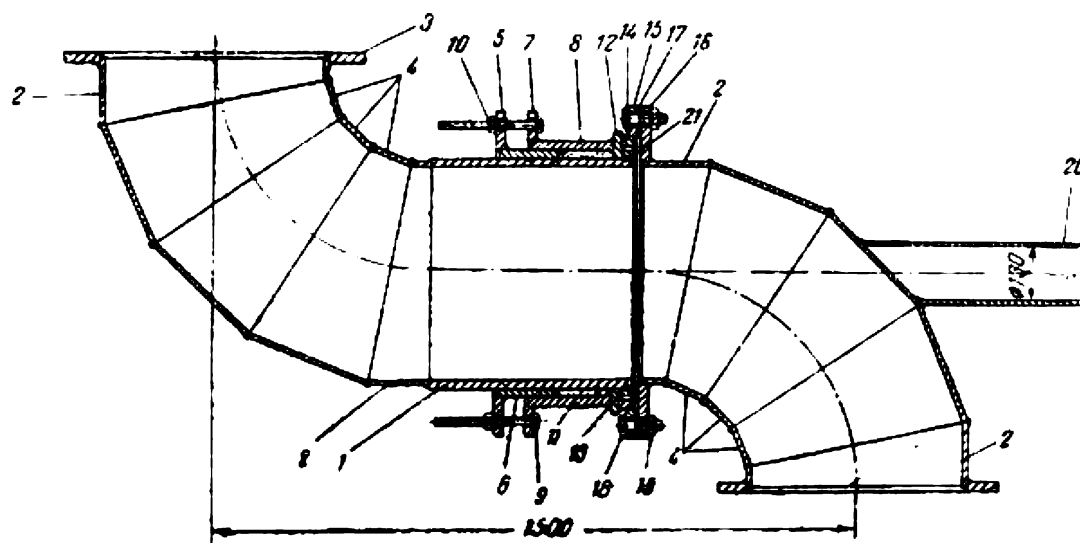
[1] На МВС все рабочие колеса были чугунные.

по мере изнашивания заменяются новыми или наплавляются особо твердым сплавом — сталинитом, предохраняющим лопатки от быстрого износа.

В подавляющем большинстве случаев рабочее колесо имеет односторонний всас, вследствие этого рабочее колесо вместе с валом сдвигается в направлении всасывающего патрубка. Рабочее колесо насаживается на вал землесоса и укрепляется на нем при помощи одной или двух шпонок, а с торцевой стороны закрывается фасонной гайкой.

Рабочий вал. Для передачи силы от двигателя на рабочее колесо служит стальной вал, вращающийся в двух роликовых подшипниках. Последние помещаются в двух отдельно стоящих стойках, связанных с корпусом только рамой из котельного железа.

В задней стойке землесоса кроме несущего (радиального) подшипника помещается также упорный шариковый подшипник, воспринимающий весьма значительную осевую силу, возникающую вследствие одностороннего всасывания рабочего колеса. Для соединения с мотором, установленным на общей сварной раме с землесосом, служит муфта $d = 440$ *мм*.



Фиг. 94. Сальниковый шарнир:

1 — патрубок колена (ст. 3); *2* — колено (ст. 3); *3* — фланец (ст. 3); *4* — колено (ст. 3); *5* — фланец (ст. 3); *6* — корпус сальника (ст. 3); *7* — фланец (ст. 3); *8* — корпус сальниковой коробки (ст. 3); *9* — болт черный $d = 15$ *мм*, $l = 230$ *мм*, $l_0 = 170$ *мм* (ст. 3); *10* — гайка черная $d = 19$ *мм* (ст. 3); *11* — сальниковая набивка (пенька); *12* — упорное кольцо (ст. 3); *13* — стопорное кольцо (резина); *14* — кольцо сальниковой коробки (резина); *15* — фланец (резина); *16* — фланец (резина); *17* — прокладка $s = 10$ *мм* (резина); *18* — болт черный $d = 25$ *мм*, $l = 90$ *мм*, $l_0 = 60$ *мм* (ст. 3); *19* — гайка черная $d = 25$ *мм* (ст. 3); *20* — цапфа газовой трубы (ст. 3); *21* — установочный винт $d = 13$ *мм*, $l = 20$ *мм* (ст. 3).

Часть вала, проходящая через сальник, защищается от износа сменной рубашкой, закрепляемой на валу посредством четырех шпонок. Для предупреждения возможности пропуска пульпы из корпуса между рубашкой и рабочим колесом имеется кожаная прокладка, а рубашка крепко прижимается к колесу посредством защитного кольца, насаженного на вал на резьбе.

Кроме этих деталей на валу имеется еще „тормозной диск" — шкив с толстым ободом, по окружности которого насверлены отверстия. Диск служит для поворачивания вала перед пуском землесоса в работу, чтобы убедиться, что внутри землесоса все в порядке и вал ничем не заторможен.

Всасывающая и нагнетательная линии. К всасывающему патрубку присоединяется всасывающий трубопровод. Между ними устанавливается патрубок с люком или тройник, обычно служащие для очистки рабочего колеса. Во время работы люк закрыт крышкой. Всасывающий трубопровод имеет сальниковый шарнир z-образной формы, позволяющий поднимать и опускать трубу в вертикальной плоскости, регулируя тем самым глубину зумпфа (фиг. 94).

На нагнетательный патрубок землесоса сначала ставится обратный клапан, не допускающий притока пульпы из пульповода обратно через

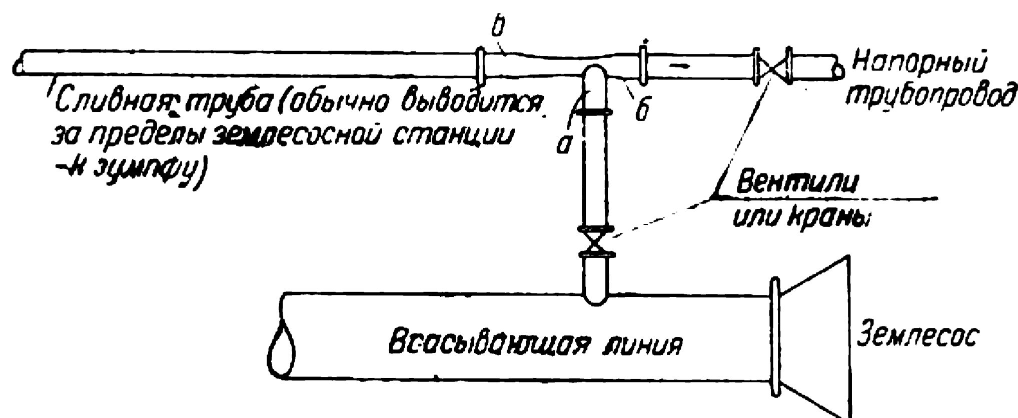
землесос в случае остановки последнего, а к обратному клапану присоединяется пульповод.

Двигатель и установка землесоса. Землесос приводится в действие электромотором мощностью 300 *квт*, напряжением 6000 *в* при 730 об/мин; при этих условиях нормальные рабочие показатели землесоса: напор 30 *м*, производительность 800 *м³/час*.

Установка землесоса (разумеется, вместе с рамой) может быть осуществлена:

а) на бетонном основании (идеальный случай); б) на деревянном ростверке, покоящемся на свайном основании;	стационарные установки
в) на палубе или днище плашкоута; г) на железнодорожной платформе;	передвижные установки

В последних двух случаях должны быть приняты меры к солидному укреплению основания под землесосом во избежание сильной вибрации всей установки, весьма вредно влияющей на работу землесоса [1].



Фиг. 95. Схема присоединения эжектора к землесосу.

Пуск землесоса. Для пуска землесоса употребляется эжектор (фиг. 95), который своим всасывающим патрубком *а* присоединяется или к верхней части корпуса землесоса или к всасывающему трубопроводу сразу за землесосом; патрубок *б* эжектора присоединяется к напорной водяной магистрали; к концу *в* присоединяется сливная труба, идущая за здание землесосной. От землесоса и от напорной воды эжектор разъединяется кранами или вентилями $d = 50$ *мм*.

Перед пуском землесоса в эжектор подается напорная вода давлением 3—10 *ат*. Воздух из землесоса всасывается, взамен поступает пульпа и землесос включается в работу (фиг. 95).

При употреблении эжектора обязательна установка обратного клапана. В случае его отсутствия пуск землесоса производится путем залива его водой из напорной водяной магистрали через напорную трубу. Для пуска землесоса и наблюдения за его работой на напорном патрубке устанавливается манометр, а на всасывающем — вакуумметр. Оба прибора совершенно необходимы, ибо указывают на все ненормальности в работе землесоса.

б) Землесос Мелитопольского завода

Основное отличие землесоса Мелитопольского завода от землесоса МВС — меньшие размеры первого. Нормальная производительность его 400 *м³/час* пульпы при напоре 30 *м* и 730 об/мин. Потребляемая им мощность — 110 *квт* (фиг. 96).

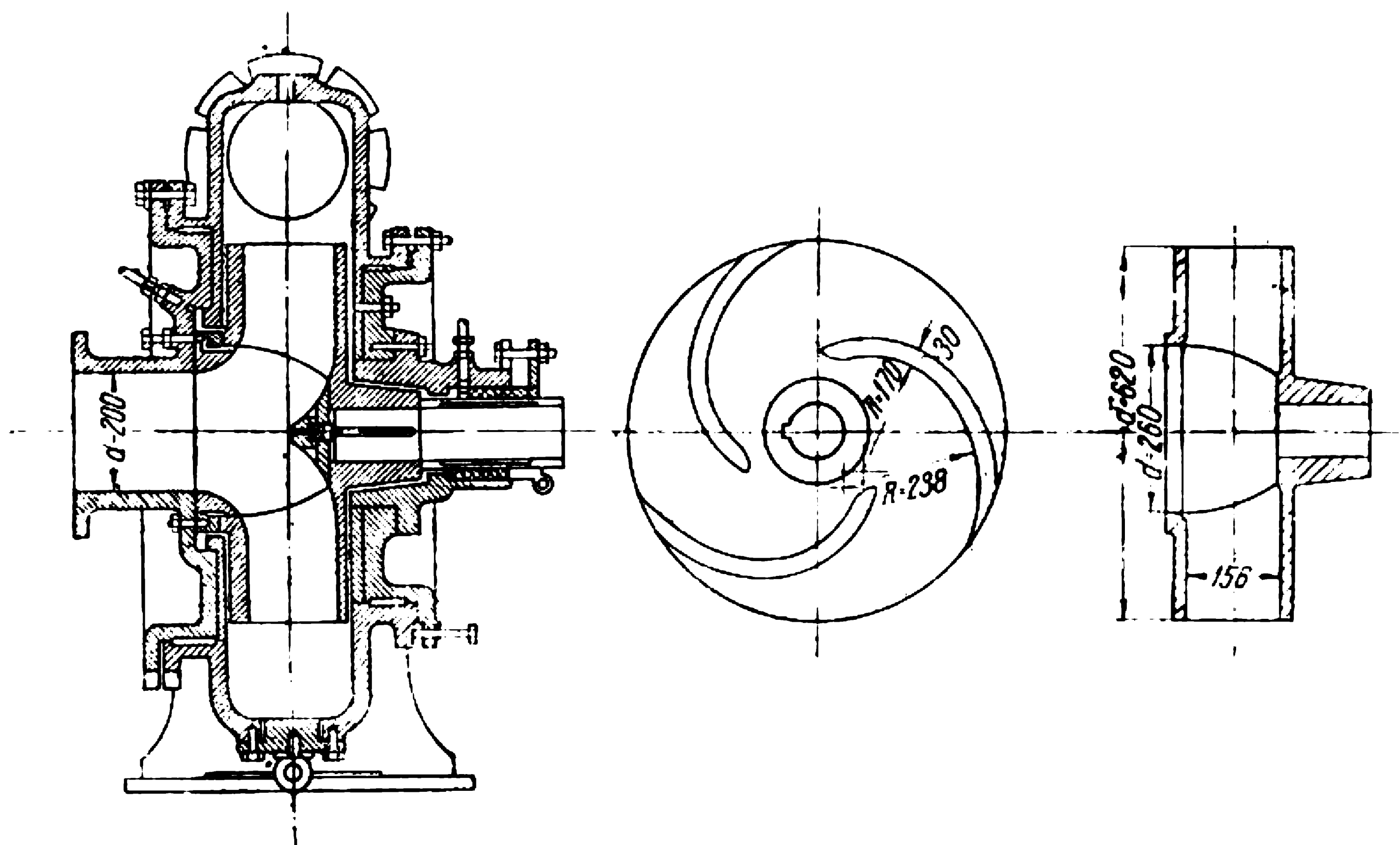
Устройство землесоса в отношении корпуса, колеса и вала точно такое же, как и землесоса МВС. Диаметр всасывающих и нагнетательных патрубков 200 *мм*. Разница в общей компоновке только в конструкции

[1] Полезна постановка сразу же за землесосом воздушного колокола, сильно уменьшающего вибрацию всей установки.

стоек, несущих шарикоподшипники. Обе стойки соединены между собой общим постаментом, покоящимся на общей раме землесоса, что является преимуществом перед землесосом МВС.

Однако подшипники землесоса Мелитопольского завода не связаны непосредственно с корпусом землесоса, что является существенным дефектом.

Рама землесоса Мелитопольского завода у первых экземпляров, применявшихся на строительстве канала, была сварная железная, очень лег-



Фиг. 96. Общий вид землесоса Мелитопольского завода $Q = 400$ *м³/час*, $H = 30$ *м*.

кая и недостаточно жесткая, у последующих — литая чугунная, со строгаными плоскостями под землесос и опоры подшипников, что представляет уже значительное улучшение конструкции.

в) Землесос завода им. Калинина

Нормальная производительность землесоса 800 *м³/час* при напоре 30 *м* и 730 об/мин.

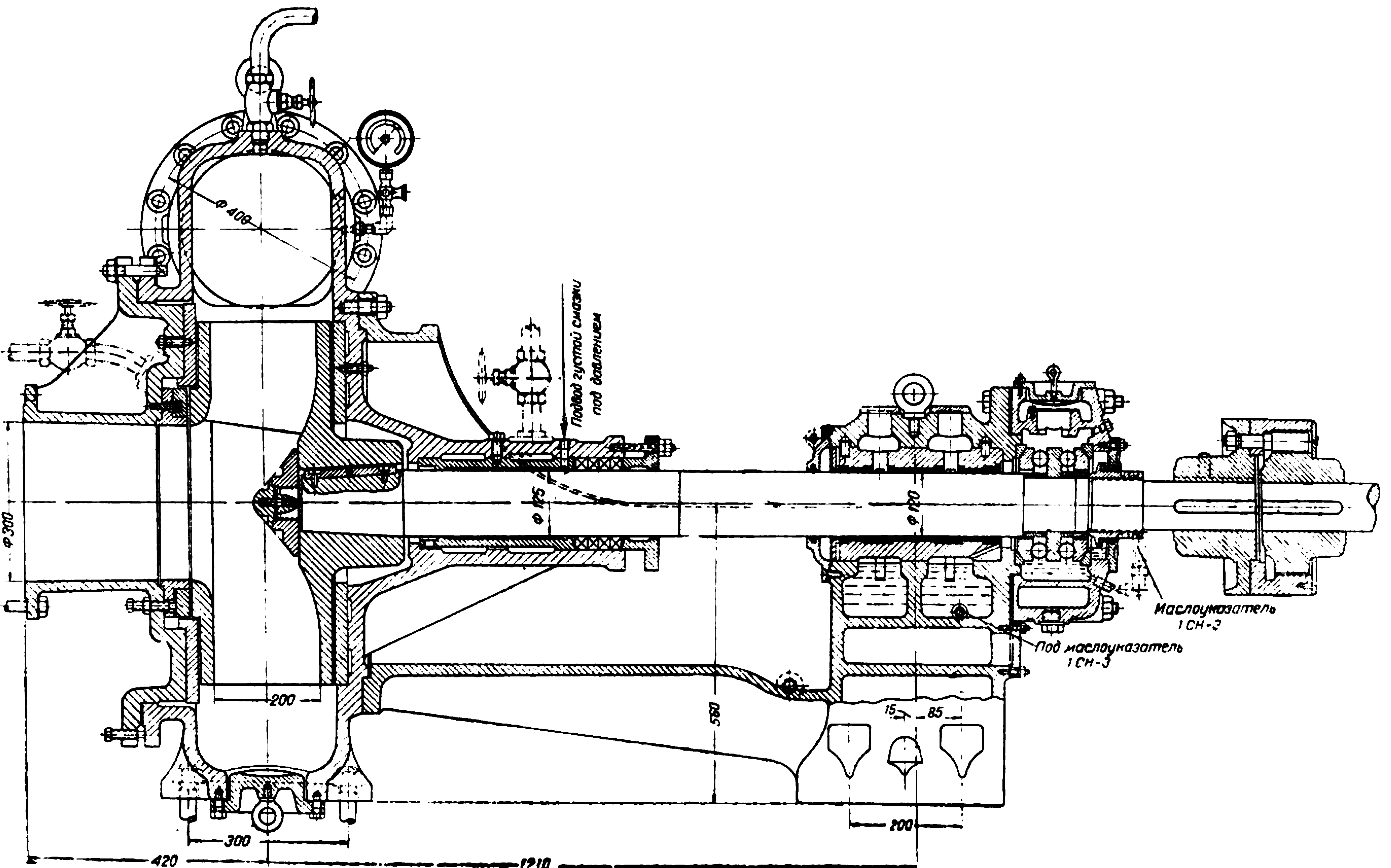
Приводится землесос в действие непосредственно от мотора 240 *квт* — 6 000 *в*, установленного на общей с ним железной раме сварной конструкции (фиг. 97).

Основные детали этого землесоса сходны с землесосами МВС, но в несколько другой компоновке. Существенным отличием этого типа землесоса является:

1. Устройство несущих подшипников, из которых задний имеет баббитовый вкладыш и кольцевую смазку, а передний бронзовый состоит из двух половинок. Последний закладывается в удлиненный кронштейн, отлитый в одно целое с корпусом.

Камера, куда закладывается бронзовый вкладыш, имеет непосредственное соединение с внутренней полостью землесоса, откуда пульпа может попадать в бронзовый вкладыш и очень быстро его истирать. Во избежание этого предусматривается непрерывный пропуск промывочной воды из полости вкладыша в полость землесоса. Давление промывочной воды в полости вкладыша должно быть всегда на 0,5—1,5 *ат* выше, чем в полости землесоса.

Промывочная вода, так же как и к землесосам МВС и Мелитополь-



Фиг. 97. Общий вид землесоса завода им. Калинина.

ского завода, подается или специальным насосом давлением 8—10 *ат* или от гидромониторной магистрали того же давления.

Ввиду наличия довольно высокого давления в полости бронзового вкладыша (4—6 *ат*) в последнем предусмотрена смазка под давлением, осуществляемая особой „пресмасленкой". Для смазки могут служить техническое сало, тавот или другая густая смазка.

2. Подшипники — задний несущий и шариковый — жестко связаны с корпусом землесоса чугунной рамой, прочно фиксирующей их взаимное расположение, что выгодно отличает землесос завода им. Калинина от землесосов заводов МВС и Мелитопольского завода.

3. Уплотнительное кольцо свободно навешивается на квадратных головках четырех шпилек, крепящих установочное кольцо к крышке. Конструкция неудовлетворительная, дающая ускоренный по сравнению с землесосами МВС и Мелитопольского завода износ уплотнительного кольца.

Всасывающий и нагнетательный патрубок имеют одинаковый размер $d = 300$ *мм*. Способ присоединения к землесосу труб тот же самый, что и у землесоса МВС. Для пуска этого типа землесоса обычно применяется эжектор. К измерительной аппаратуре прибавляется еще один манометр на 8—10 *ат*, устанавливаемый на водяную полость бронзового вкладыша, и один манометр для измерения давления воды в водяном цилиндре пресмасленки. Остальные детали принципиальных отличий от землесоса МВС не имеют.

2. ДЕФЕКТЫ В РАБОТЕ ЗЕМЛЕСОСОВ МВС

Опыт строительства канала Москва — Волга дал возможность выработать ряд мероприятий, улучшающих еще несовершенную конструкцию землесосов и облегчающих их эксплоатацию. В связи с этим ниже дается описание работы отдельных деталей землесосов и необходимых их конструктивных изменений.

Работавшие на строительстве канала Москва — Волга землесосы завода МВС и Мелитопольского завода имеют значительное конструктивное сходство и потому все замечания по работе отдельных деталей могут быть отнесены одновременно к обоим типам.

а) Корпус землесоса. Во время работы наблюдалась значительная изнашиваемость корпуса. В зависимости от характера грунтов (крупность частиц, твердость) корпус мог пропустить 30—50 тыс. $м^3$ грунта.

При этом изнашивалась главным образом начальная часть улитки, где скорости особенно велики.

Несмотря на то, что внутренняя поверхность землесоса покрывалась сталинитом, износ в этой части получался значительным. Остальная часть корпуса довольно редко имела пробоины — сквозные дыры от износа, и обычно хорошо сохранялась. По мере износа корпуса землесоса замечалось, что землесос улучшал свою работу как в смысле производительности, так и устойчивости режима.

Наплавка корпуса землесоса сталинитом производилась крайне неравномерно, и вскоре после начала работы в наплавливаемом слое появились глубокие борозды, лунки и пр., являвшиеся очагами особо интенсивного износа корпуса. Во избежание быстрого износа корпуса вместо наплавки считали выгодным половину корпуса, считая от начала улитки (языка), бронировать стальными пластинками, укрепляя последние с помощью приваренных заершенных анкеров к утолщенной стенке корпуса землесоса, а остальную половину улитки (к выходу) оставляли чугунной, так как износ улитки в этом месте был невелик. Опыт показал, что броня может быть или из специальной стали или обычной. В случае очень сильного износа приходится прибегать к смене всего корпуса землесоса, причем работа эта является трудоемкой и выводит землесос из строя на 1—2 дня.

Необходимо требовать от заводов, чтобы расположение отверстий на рамах для крепления корпуса и стоек было стандартным. Точно так же совершенно одинаковым и стандартным по отношению к основным (продольной и поперечной) осям корпуса должно быть расположение отверстий в лапах землесоса для крепления их к раме. Это значительно сокращает время смены корпуса.

Корпус землесоса обязательно должен иметь люк или скобу, как у МВС, или сверху — как у землесосов завода им. Калинина. Этот люк крайне необходим для выбивания камней и дерева из рабочего колеса при его очистке. Через этот люк также легко можно промыть землесос в случае заноса его песком при пропусках обратного клапана. Нижний люк в корпусе делать не следует, так как им никогда не пользуются вследствие неудобств; взамен его следует делать круглое отверстие диаметром 50—63 *мм*, закрываемое пробкой и служащее для спуска воды в холодное время года; это отверстие полезно также при промывках землесосов. При этом для удобства манипулирования его следует делать не в самой нижней части с открыванием вниз, а в образующей улитке по ее оси, в симметрии с выходом по горизонтали ниже кромки рабочего колеса.

Во время работы отмечено, что крепление корпуса землесоса крайне недостаточно. В момент гидравлических ударов в пульповодах корпус сдвигался со своего места, происходило смещение осей, следствием чего являлся износ рубашки сальника. Во избежание этих явлений в упор к лапам на рамы приваривались пластинки, препятствующие сдвигу землесоса. Впредь необходимо это делать на заводе, приваривая к рамам бруски с таким расчетом, чтобы между ними и лапами можно было закладывать клинья соответственно размерам лап при сборке землесоса на заводе.

б) Рабочее колесо. Рабочее колесо землесоса, как выявилось, имеет следующие недостатки:

1) проходы между лопатками в 80 *мм* малы. К. п. д. рабочего колеса невысок и равен 0,52—0,58 [1];

2) добавочные лопатки на торцевых плоскостях колеса очень быстро стирались, во-первых, потому, что они имеют малую ширину (необходимо делать их шире), а во-вторых, кривизна их неправильна. По этим соображениям следует колесо перепроектировать;

3) материал колеса — чугун — быстро изнашивается даже при наварке сталинитом, а кроме того при попадании больших камней лопатки ломались и колесо, иногда почти новое, выходило из строя. Значительно выгоднее делать колесо из литой стали.

в) Вал землесоса. Отмечено, что вал землесоса работал в весьма тяжелых условиях главным образом потому, что консоль, достигающая 750 *мм*, велика и приводила к поломке валов. В громадном большинстве случаев валы ломались по резьбе около защитного кольца (у самого бурта) или же по резьбе нажимных гаек роликоподшипника (непосредственно за стойкой).

Сопоставляя случаи поломки валов, необходимо отметить следующие закономерности: а) главная масса поломок была у землесосов, работающих с давлением 3,5—4,5 *ат*; б) не было ни одного случая поломки валов на перекачивающих станциях, где манометрическое давление, создаваемое землесосом, не превышало 2—2,5 *ат*; в) не было случаев поломки валов на землесосах, последовательно соединенных между собой; здесь давление, создаваемое отдельным землесосом, обычно составляло 2,5—3,0 *ат*.

На перекачивающих станциях и при последовательно соединенных землесосах попадание камней и забивание рабочего колеса было также обычным явлением. Наблюдались поломки валов; основной причиной поломки валов следует признать конструктивное их несовершенство —

[1] См. гл. VI — Испытание пяти рабочих колес землесоса завода МВС.

консоль. Второй причиной являлось ухудшение работы вала вследствие слишком большого манометрического давления, создаваемого землесосами, — около 40—42 *м* вместо нормального 30 *м*.

Появление больших боковых давлений на колесо при увеличении напора подтверждается более быстрым износом вкладышей, происходившим в землесосе завода им. Калинина при повышенном напоре, причем давление это было направлено под углом 45°. При нормальном напоре износ вкладышей был значительно меньшим.

Таким образом для землесосов, создающих напор выше 3 *ат*, необходимо вал выполнять из специальной стали.

Кроме этого не менее существенным дефектом конструкции вала является крепление на нем рубашки вала посредством четырех шпонок. Ввиду того что шпоночные канавки на валу делаются очень мелкими, их упорная кромка (в особенности при попадании под рубашку песка) быстро изнашивается и кромка шпонки срабатывается на клин; в результате по этим плоскостям начинается сдвиг шпонки, которая, как клином, разрывает рубашку и вызывает остановку землесоса.

г) Рубашка вала и защитное кольцо для его крепления. Рубашка вала является весьма слабым местом землесоса по следующим причинам:

1. При креплении вышеприведенным способом наблюдались частые разрывы рубашки. В Волжском районе были случаи выхода из строя рубашек по этой причине через 2 — 3 дня.

2. Изготовлялись рубашки из обыкновенного мягкого чугуна, вследствие чего быстро изнашивались и требовали частой смены. Всего за 1936 г. было израсходовано около 360 рубашек для землесосов МВС. При 60 установленных землесосах на один землесос в среднем падает 6 рубашек или при четырех месяцах работы в 1 месяц — $1^1/_2$ рубашки на землесос.

3. Защитное кольцо (гайка крепления рубашки) закреплялась на валу стопором, что следует признать неудачным. Необходимо ввести новый способ крепления только прижимом шурупа.

д) Сальник, грундбукса, промывка сальника. Эти части землесоса были также несовершенны по следующим причинам:

1. Длина набивной части сальника слишком велика и требует большого количества набивки, уплотнение которой в достаточной мере осуществить трудно. Вследствие этого в сальнике получалась „слабина" и быстрый износ его, после чего в него начинала проникать пульпа, вызывавшая усиленный износ рубашки вала. Набивка сальника применяется на длине 140 *мм*, опыт показал, что достаточно набивки из 3—4 колец, т. е. на длине 75—80 *мм*.

2. Грундбукса — как опора для сальника слишком высока, а как опора для вала — мала. Поэтому их следует заменить промывочными кольцами. Зазор между промывочным кольцом и рубашкой вала нужно дать порядка 2 *мм*.

3. Промывочные трубы сальника служат для подвода воды в расширенную часть набивочной коробки (область втулки рабочего колеса), где имеются зазоры около 10 *мм*. Для нормальной работы промывки при таких зазорах нужно подавать небольшое количество воды, что невозможно выполнить вследствие малого диаметра водоподводящих трубок (2 трубки $d = 25$ *мм*), поэтому наблюдалось просачивание пульпы через сальник. Если грундбуксу заменить промывочным кольцом, то условия промывки будут доведены до нормальных.

е) Стойки подшипника, роликоподшипник. Роликоподшипники, на которых покоится вал, довольно быстро изнашивались, что объясняется следующими причинами:

1. Роликовый подшипник 22324 по своим размерам имеет предельное число оборотов 500; в землесосах же он работал с числом оборотов 730.

2. Рамы землесосов — железные сварные, имеют нестроганые поверхности, на которые опираются стойки, несущие подшипники, поэтому вертикальные оси стоек обычно не перпендикулярны оси вала. Часто перекос их был настолько велик, что замечался „на-глаз". Вследствие этого ролики имели кроме катящегося движения при каждом обороте еще добавочное — скользящее, ускорявшее их износ.

3. Стойки подшипников, как уже выше отмечалось, не связаны ни между собой, ни с корпусом землесоса в одну жесткую систему, и эта связь осуществлялась только через раму с недостаточно прочным креплением. В процессе работы от толчков получалось их взаимное перемещение, расцентровка, что способствовало быстрому износу подшипников.

4. Рубашка вала часто пропускала сильной струей пульпу, которая, попадая в роликовый подшипник, способствовала быстрому износу последнего.

ж) Всасывающий патрубок и уплотнительные кольца. Всасывающий патрубок и установочное кольцо имеют сужение внутреннего диаметра с 300 до 200 *мм*; вследствие этого пульпа при входе в рабочее колесо приобретает очень большую скорость (до 7 *м/сек*). Вследствие этого на всасывающей стороне значительно увеличивалось сопротивление, уменьшая как максимальную производительность, так и возможную высоту всасывания землесоса, кроме того это сильно увеличивало износ рабочего колеса. Увеличение диаметра всасывающего патрубка путем расточки приносило пользу.

В передней крышке имеются болтовые отверстия, через которые всегда наблюдался просос воздуха; количество их необходимо сократить. Из 8 прижимных шпилек можно оставить только 4.

з) Всасывающий трубопровод. Диаметр всасывающей трубы следует увеличить с 300 до 350 *мм*. Вследствие увеличения потерь невыгодным является и двойной сальниковый шарнир, а также большое количество колен на всасывающей линии. Нормально на всасывающей трубе должен быть один угол в вертикальной плоскости около зумпфа.

Количество фланцевых соединений, в особенности при удлинении всасывающей линии, должно быть минимальным. Фланцы надо оставить в крайнем случае — только около фасонных частей. В остальных местах все соединения лучше делать электросваркой встык. При этих условиях можно иметь длину всасывающей трубы до 35 *м* при $d = 300$ *мм*, а при $d = 350$ *мм* — до 70 *м* при вертикальной высоте всасывания 2,5 — 3 *м*.

и) Обратный клапан, водопроводы и пульпоководы внутри помещения, задвижки „Лудло". Обратный клапан играет очень важную роль в работе землесосов. В работе клапана были отмечены следующие отрицательные моменты:

1. Клапан пропускал или вследствие износа резины или вследствие недостаточной ее толщины. По этой причине сильно затруднялась очистка рабочего колеса, что особо тяжело сказывалось на перекачивающих станциях; происходили частые заносы корпуса и колеса песком, отчего вал не проворачивался и вследствие этого требовалась промывка корпуса.

2. Клапан провертывался на своей оси, т. е. очень тонкие шпильки легко срезались.

3. При остановке землесоса и непроизвольном быстром закрывании получается обычно резкий гидравлический удар, это вызывало разрыв корпуса клапана и корпуса пульповода. Этот дефект можно устранить следующими мерами: а) подвеской на рычаг контргруза, который даст плавное автоматическое закрывание клапана в момент остановки землесоса, б) усилением как рычага, так и вала и в) устройством эллиптических подшипников, в которых обычно покоится вал клапана, чтобы при разной толщине уплотнительной резины клапан мог самоустанавливаться.

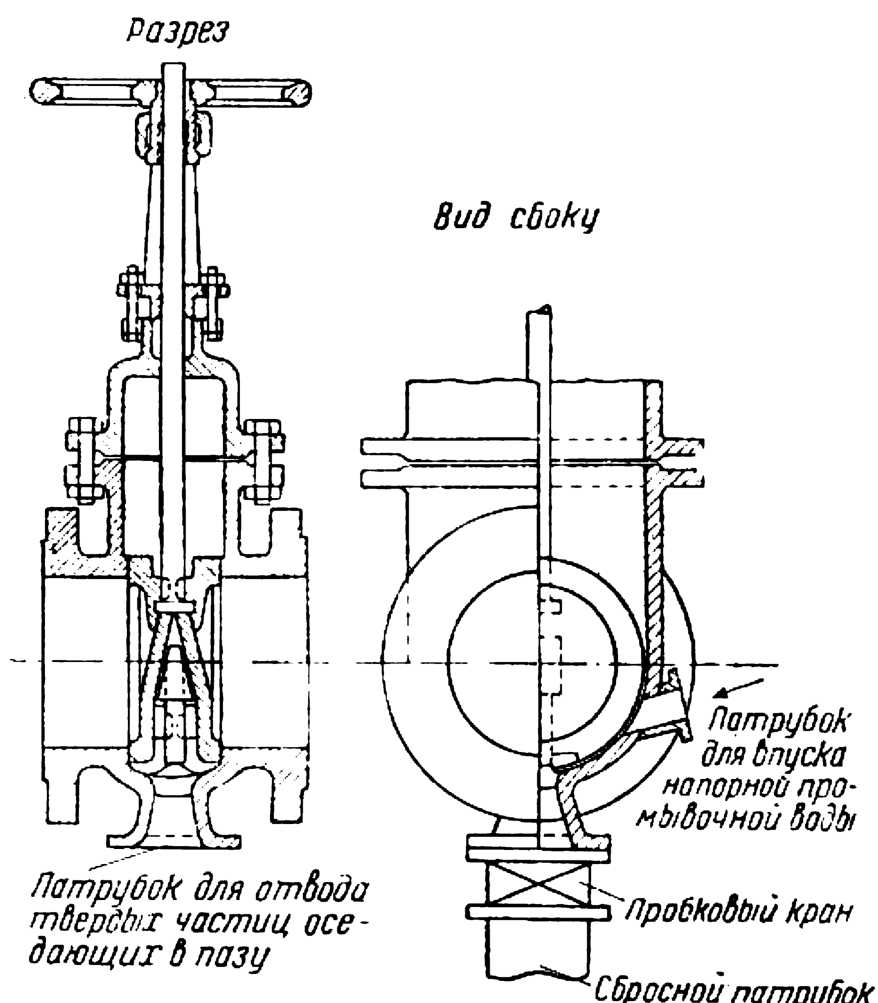
При соединении клапана с пульповодом следует:

а) пульповод в осевом направлении крепить прочными анкерами, тальрепами с кустовыми сваями и т. д.;

б) обратный клапан крепить к пульповоду, а между клапаном и землесосом помещать гибкий шланг или рукав длиной около 1,5 *м*; такое устройство было применено в районе „Техника" и дало положительные результаты;

в) между обратным клапаном и землесосом устанавливать воздушный колокол, который воспримет не только внезапный удар, но и вообще очень сильно уменьшит вибрации как пульповода, так и землесоса[1].

Корпус клапана необходимо усилить путем добавки на угловых швах приварных накладок, так как наблюдались многократные случаи разрыва корпусов по сварке, вызывавшие продолжительные остановки. К корпусу клапана со стороны обратной ручки необходимо приваривать патрубок $d = 63—75$ *мм* с пробочным краном для возможности промывки участка пульповода на длине от клапана до присоединения к общей магистрали в случае параллельной работы двух или нескольких землесосов. Патрубок должен присоединяться под углом к пульповоду.



Фиг. 98. Устройство для промывки паза задвижки „Лудло" (предложение инж. Малова).

Из тех же соображений пульповод от клапана до общего коллектора должен быть возможно коротким. Даже в случае установки только двух землесосов общий коллектор во избежание излишних сопротивлений должен иметь диаметр не менее 400 *мм*, лучше 450 *мм*.

Во избежание получения больших местных сопротивлений и связанного с этим ухудшения работы землесосов присоединение пульповодов к общему коллектору должно происходить под возможно более острым углом.

В пульповод за землесосом должна быть подведена вода из напорной линии для промывки в случае заноса его песком. При параллельно работающих землесосах это совершенно обязательно.

Для водопроводов задвижка „Лудло" является наилучшим запорным прибором, на пульповодах она оказалась не вполне надежным прибором. Односторонние задвижки со шпинделем внутри корпуса совершенно не годятся для постановки на пульповодах, так как резьба шпинделя сразу же забивается песком и задвижка перестает работать.

Двухсторонние нормальные задвижки „Лудло" работали несколько лучше, но тоже не могут быть рекомендованы. Они очень туго провертываются, требуя усилия 2—3 человек (для $d = 300—400$ *мм*); под диски часто попадали камни и задвижка пропускала; кроме того в конце хода задвижка закрывалась настолько туго, что часто обрывались чугунные

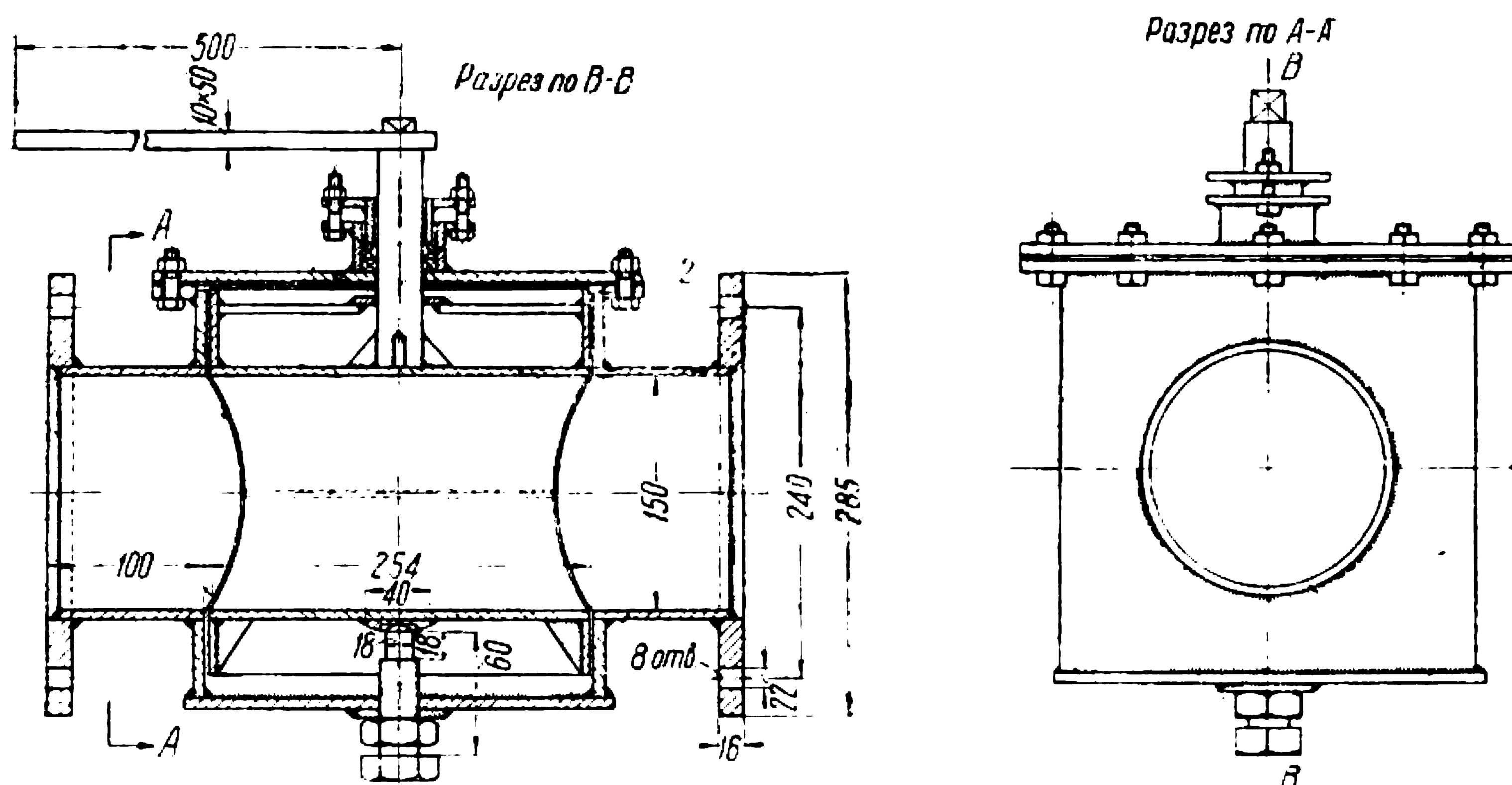
---

[1] Применен в лаборатории гидромеханизации строительства Куйбышевского гидроузла на установке по гидротранспорту.

кронштейны. Вследствие быстрого естественного износа дисков и уплотнительных колец песком неизбежно происходил пропуск пульпы.

Основным недостатком задвижек „Лудло" является невозможность плотного закрывания их из-за забивки нижней части паза песком и камешками. Инж. Малов А. Е. в 1933 г.[1] предложил устроить в нижней части задвижки отверстие, а сбоку с наклоном вниз подвести напорную воду, которая позволит перед закрыванием задвижки промыть ее паз (фиг. 98).

В 1938 г. инж. Волгостроя НКВД т. Астежев предложил оригинальную конструкцию задвижки по принципу пробкового крана (фиг. 99).



Фиг. 99. Задвижка системы инж. Астежева.

Ее основные недостатки заключаются, во-первых, в том, что она для больших диаметров неприменима и, во-вторых, в том, что из-за попадания песчинок между внутренним вращающимся цилиндром и конусом ее открывание и закрывание крайне затруднены.

3. ДЕФЕКТЫ В РАБОТЕ ЗЕМЛЕСОСОВ ЗАВОДА ИМ. КАЛИНИНА

Землесосы этого типа в конструктивном отношении являются в общем более совершенными, чем землесосы МВС. Однако у них есть один большой недостаток, в значительной мере обесценивающий все их остальные преимущества — это внутренний вкладыш, служащий основной опорой для рабочего колеса и расположенный в непосредственном соединении с корпусом землесоса. Так как пульпа в корпусе находится под давлением, могущим доходить до 5 *ат*, то основной задачей при эксплоатации этих землесосов является предупреждение попадания пульпы во вкладыши во избежание чрезвычайно быстрого износа последних.

С первых же дней эксплоатации землесосов завода им. Калинина выяснилась необходимость следующих переделок:

1. Установка штопора для крепления нижней половины бронзового вкладыша.

2. Устройство двух добавочных канавок во вкладыше для усиления смазки.

3. Усиление промывки вкладыша путем замены водоподводящей трубки $d = 25$ *мм* трубкой $d = 38$ *мм* (в корпусе были проделаны добавочные канавки для улучшения протока воды и увеличено количество выходных отверстий с 2 до 6).

[1] В Ленинградской конторе „Проектэкскавация".

4. Установка на вал между корпусом землесоса и рабочим колесом уплотнительного кольца.

Во время работы этого землесоса необходимо обеспечить непрерывную подачу смазки и промывочной воды. При этом давление воды в корпусе вкладыша должно быть на 1—1,5 *ат* выше, чем давление пульпы в корпусе землесоса. Для контроля выполнения этого условия устанавливаются два манометра: один на второй водяной камере вкладыша и второй — на выходном патрубке землесоса.

Рабочее колесо у землесоса завода им. Калинина имеет те же размеры, что и колесо землесоса МВС. Разница только в размере конуса ступицы для посадки на вал. Однако характеристики их несколько отличны. Землесос завода им. Калинина дает бо́льшую производительность и несколько больший (около 5 *м*) напор, нежели землесос МВС. Это достигнуто за счет увеличенного диаметра всасывающего патрубка (300 вместо 200 *мм*). Вследствие этого улучшается и к. п. д. колеса землесоса завода им. Калинина, доходящий до 70% (на чистой воде).

Основной дефект землесоса — внутренний вкладыш. Впоследствии завод изменил его конструкцию, также введя более интенсивную промывку вкладыша и „уплотнение", увеличив узкий (1 *мм*) кольцевой зазор для выхода воды из вкладыша в корпус землесоса, что улучшило условия для предохранения вкладыша от попадания в него пульпы, но все же не предохранило от усиленного его износа вследствие больших удельных давлений. Из опыта работы выявилось следующее: износ вкладыша значительно увеличивается по мере увеличения давления, создаваемого землесосом.

При давлениях, создаваемых землесосом, 1,5—2,0 *ат* вкладыши (бронзовые) работают около 250—300 час., после этого их можно повернуть на 180° и работать еще приблизительно 60—70% времени от проработанного ранее.

При работе землесоса с давлением 40—45 *м* износ вкладышей даже при полном отсутствии попадания в них пульпы происходил в течение 100—150 час. чистой работы, т. е. вдвое быстрее. Износ вкладыша на величину более 5—6 *мм* недопустим вследствие большой расцентровки осей, ведущей к порче упорного шарикового подшипника.

Вторым дефектом землесоса завода им. Калинина являлось плохое крепление уплотнительного кольца, которое имеет для регулировки только 4 отжимных шпильки для приближения его к рабочему колесу и не имеет прижимных шпилек, фиксирующих положение кольца по отношению к крышке.

Поэтому давлением воды кольцо прижималось к рабочему колесу и быстро изнашивалось. Необходимо устроить 4 добавочные шпильки (между отжимными шпильками).

Третий дефект — плохое крепление на валу рабочего колеса. Предусмотренный заводом центральный болт, ввертываемый в вал, быстро отваливался при работе, колесо сходило с вала, срабатывая как свою лобовую поверхность, так и броню крышки. Болт заменен фасонной гайкой с двумя боковыми стопорами. В некоторых случаях производили приварку гайки к рабочему колесу.

Корпус землесоса чугунный небронированный и без наварки сталинитом быстро изнашивался.

Как видно из предыдущего, землесос может нормально работать при напоре до $2^1/_2$ *ат*.

Для работы на перекачивающих станциях он приспособлен менее, чем землесос МВС, вследствие попадания пульпы во вкладыш.

В Волжском районе Строительству пришлось сделать в тройниках всасывающей трубы спускные краны $d = 75$ *мм* и всегда, даже во время очистки рабочего колеса, давать воду в сальник, дабы предупредить попадание в них песка.

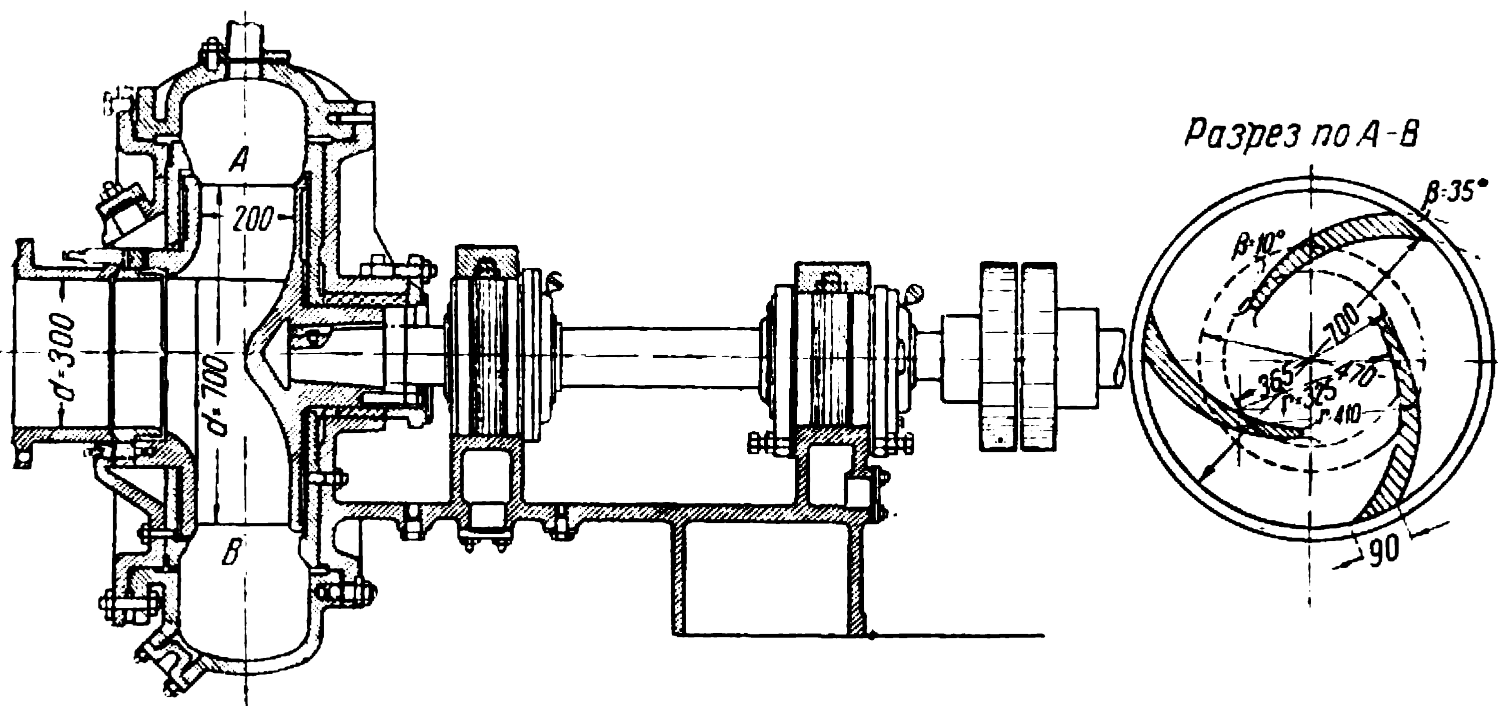
4. ЗЕМЛЕСОС МАРКИ ЗГМ-1[1]

Учтя отмеченные основные недостатки применявшихся на строительстве канала Москва—Волга землесосов в 1936—1937 гг., был сконструирован новый тип землесоса ЗГМ-1 (фиг. 100).

Главнейшие его конструктивные преимущества следующие:

а) Ступица рабочего колеса помещена в сальниковой коробке и одновременно служит рубашкой вала, благодаря чему консоль вала сокращена до 500 *мм*. Кроме того расстояние между опорными подшипниками увеличено. Благодаря этому машина получила спокойный уравновешенный ход без вибрации и исчезла угроза частых поломок вала и быстрого износа сальника.

б) Рабочее колесо просто насаживается на вал и крепится с помошью болтов к фланцу, навинчивающемуся на вал, за пределами рабочей полости землесоса и потому доступной для манипулирования. При этом фланец одновременно служит съемником рабочего колеса.



Фиг. 100. Общий вид землесоса ЗГМ-1 конструкции инж. В. А. Мороз.

Этим совершенно исключается отрыв колеса от вала. Кроме того съемка рабочего колеса, его насадка и подтяжка весьма просты и требуют очень мало времени[2].

в) Монтаж и демонтаж вала выполняются без разборки подшипников и без передвижки мотора, а следовательно просто и быстро.

г) Отверстие во втулке рабочего колеса не сквозное, что полностью устраняет возможность попадания пульпы в передний подшипник.

д) Сальниковая коробка помещена в задней крышке, которая составляет с гнездами для обоих подшипников и станиной одну отливку, что обеспечивает более правильную центрировку группы вала и корпуса землесоса.

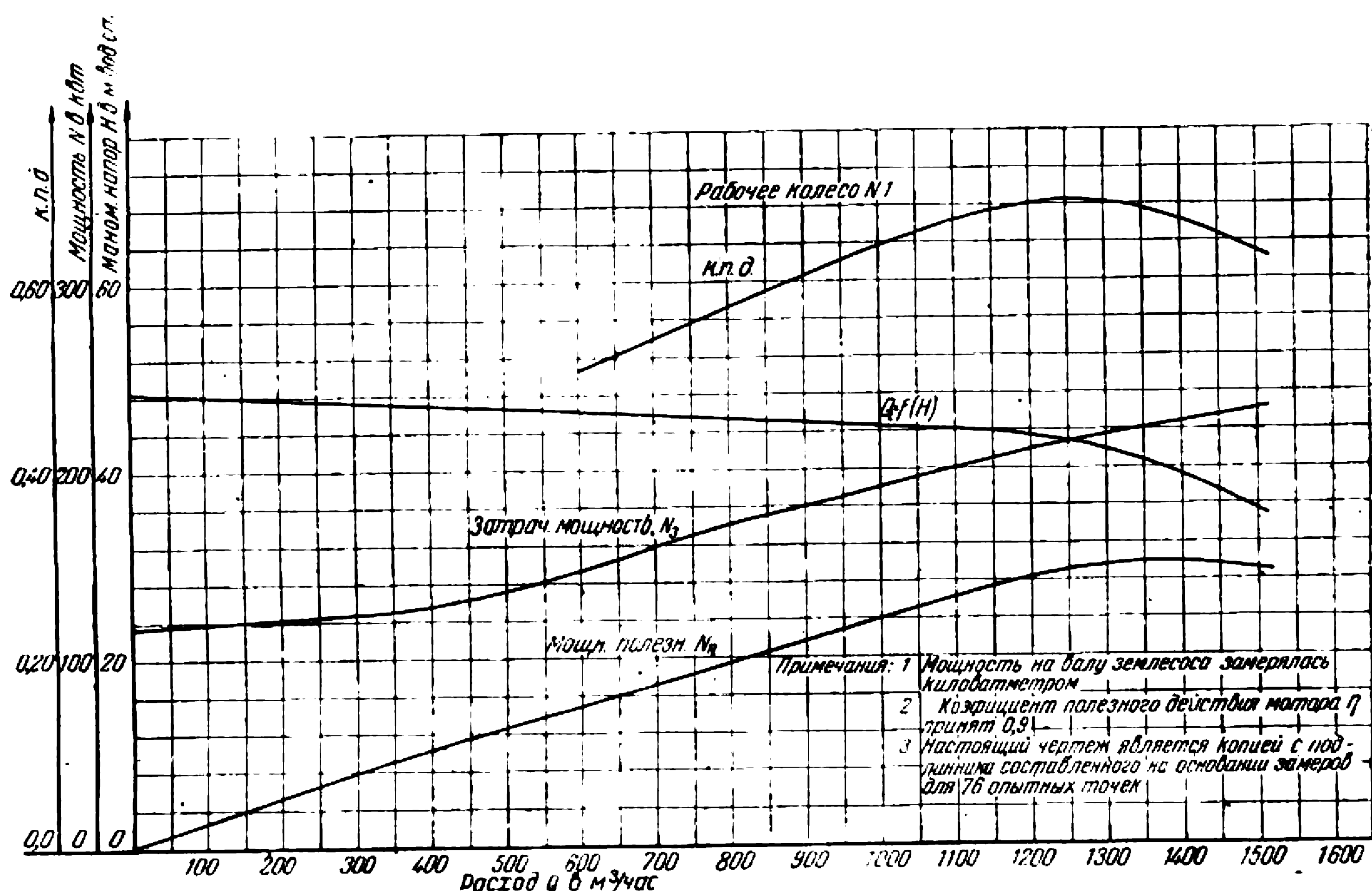
[1] Проектирование этого землесоса было начато еще на строительстве канала Москва-Волга, однако изготовлен он был уже по окончании строительства и испытание его производилось в лаборатории гидромеханизации Строительства Куйбышевского гидроузла.

[2] Почти одновременно с выпуском землесоса ЗГМ-1 заводом им. Калинина был выпущен новый землесос марки 10НЗ, который также представляет собой улучшенную конструкцию по сравнению с существовавшими землесосами. Однако по сравнению с ЗГМ-1 он страдает конструктивными недостатками. У ЗГМ-1 рабочее колесо имеет 3, а не 2 лопатки, что позволяет уменьшить его размер, на вал оно весьма просто насаживается и снимается, не навинчивается, производится весьма простая регулировка зазоров между рабочим колесом и бронедисками, демонтаж и монтаж его также проще, чем у 10НЗ. Сравнение же характеристик землесосов ЗГМ-1 и 10НЗ не представляется возможным, ибо у последнего имеется только теоретическая характеристика.

е) Подшипники — передний опорный роликовый и задний комбинированный, состоящий из опорного роликоподшипника и упорного шарикоподшипника — имеют общий центр вращения, обеспечивающий их самоустанавливаемость.

ж) Кольцевая промывка зазора между грундбуксой и ступицей рабочего колеса, осуществляемая напорной водой, создающей гидравлический затвор, препятствует попаданию пульпы в сальниковую коробку.

з) Регулирование зазора между рабочим колесом и дисками производится стопорными винтами, расположенными на фланцах коробки заднего подшипника и позволяющими также производить перемещения вала вдоль его оси с тем, чтобы рабочее колесо находилось в наилучшем положении.



Фиг. 101. Характеристика землесоса ЗГМ-1 на чистую воду.

и) Контроль величины зазоров между рабочим колесом и уплотнительным кольцом несложен и производится с помощью щупа через 3 лючка, расположенных по окружности передней крышки землесоса под углом в 120°.

к) Оба подшипника охлаждаются водой, омывающей нижнюю часть их корпусов.

Конструктивные недостатки землесоса ЗГМ-1 весьма несущественны и в данный момент уже устранены: а) гайка заднего подшипника при длительной работе землесоса отворачивается и б) при установке рабочего колеса ступицей рабочего колеса уводит грундбуксу от бронедиска, в результате чего стопоры на грундбуксе не совпадают с соответствующими гнездами в бронедиске.

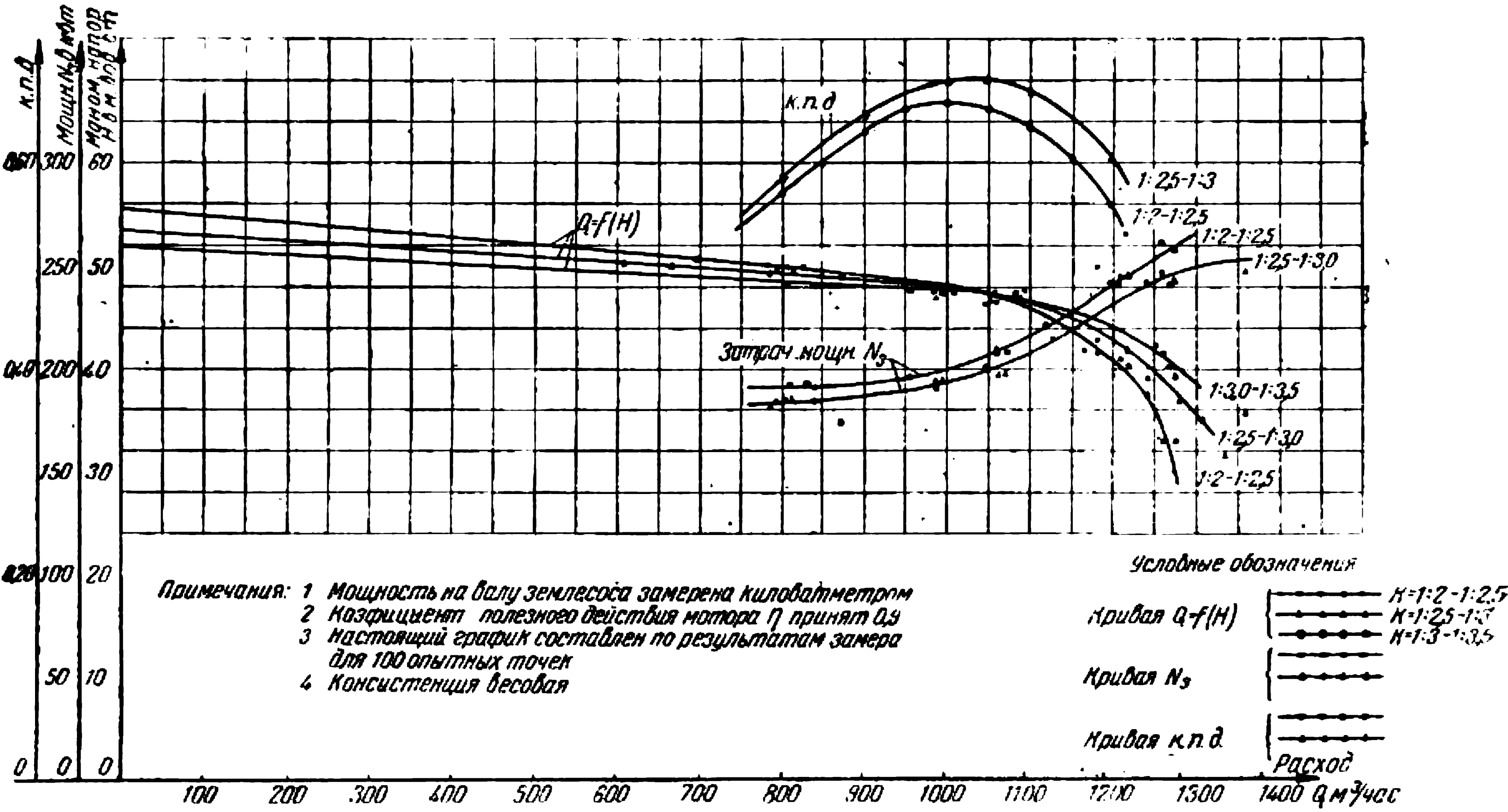
Произведенные в лаборатории Куйбышевского гидроузла испытания этого землесоса, а также работа его на производстве на строительстве Волгострой показали особую устойчивость в работе сальниковой набивки и поверхности втулки, заменяющей рубашку. Землесос благодаря своей нормальной спокойной работе требует значительно меньшего ухода, нежели землесосы прежних конструкций.

На фиг. 101—102 приведены полученные в лаборатории характеристики[1] землесоса на чистую воду и на пульпу:

$$(K_1 = 1:2—1:2{,}5;\ K_2 = 1:2{,}5—1:3{,}0\ \text{и}\ K_3 = 1:3—1:3{,}5).$$

Как видно из характеристик, для диаметра всасывающей трубы $d = 300$ *мм* при работе на воду землесос развивает максимальный манометрический напор $H = 48{,}5$ *м*. Рабочий участок имеет сравнительно крутое падение с расходами 1 200—1 400 *м³/час* при соответственных напорах 45—40 *м*. Кривая к. п. д. для рабочего участка сравнительно полога при абсолютной величине к. п. д., равной 0,69.

При работе на пульпу для того же диаметра всасывающей трубы максимальный манометрический напор $H = 55{,}5$ *м* (для $K_2 — H = 53{,}5$ *м*, $K_3 — H = 52{,}0$ *м*). Наиболее эффективный участок кривой $Q = f(H)$ характеризуется напорами $H = 45 — 47$ *м* вод. ст. и расходами $Q = 1\,125—1\,250$ *м³/час*. Максимальные значения к. п. д. для консистенций K_1 и K_2 соответственно равны 0,66 и 0,68.



Фиг. 102. Характеристика землесоса ЗГМ-1 на пульпу.

Средний механический состав грунта

Диамегр частиц в *мм*	Количество в %	Диаметр частиц в *мм*	Количество в %
>7	1,0	2—1	21,8
7—5	3,1	1—05	9,2
5—3	7,5	0,5—0,25	15,6
3—2	7,3	<0,25	34,5
			100%

Таким образом землесос марки ЗГМ-1 представляет собой машину высокой производительности, развивающую сравнительно большой напор (45—47 *м*) при повышенном по сравнению с землесосами других типов к. п. д.

Работа по усовершенствованию конструкции землесоса этого типа и улучшению его гидравлических качеств продолжается.

5. ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА ЗЕМЛЕСОСОВ

Параллельная работа землесосов — это один из наиболее интересных технических вопросов, разрешенных на строительстве канала Москва —

[1] См. следующую гл. VI — Научно-исследовательские работы по испытанию землесосов.

Волга. Возможность работы землесосов при параллельном их соединении вызывала у многих сомнение. Опыт показал не только возможность ее осуществления, но и неизбежность такой работы.

На строительстве канала Москва — Волга часто работали землесосные станции с двумя, реже — тремя параллельно включенными землесосами и были попытки, правда, пока мало удачные, соединить параллельно 6 землесосов. Необходимость в параллельной работе вызывалась отсутствием землесосов производительностью более 800 $м^3/час$ пульпы и экономической целесообразностью, а иногда и невозможностью устройства независимых пульповодов.

Однако, как видно из табл. 44 показателей параллельной работы землесосов[1], всегда выгоднее иметь один землесос с более высокой производительностью, нежели несколько, параллельно работающих. В последнем случае повышается удельный расход электроэнергии, требуется большая площадь для размещения оборудования, а также большее количество обслуживающего персонала, однако при меньшем резерве.

Таблица 44

№ п п	Показатели	Измер.	Число параллельно работающих землесосов			
			1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7
1	Производительность на 1 землесос пульпы	$м^3/час$	1 100	900	750	680
2	То же грунта	»	220	180	160	130
3	Суммарная производительность всех рабочих землесосов					
4	по грунту	»	220	360	480	520
5	Показания манометра на пульповоде	ат	2,9	3,2	3,6	3.7
6	» амперметров при моторах 6 000 в	а	36	33	32	32
7	Условная затраченная мощность на 1 землесос	квт	216	196	192	192
	То же суммарная на все работающие землесосы	»	216	396	576	768
8	Условный расход электроэнергии на 1 $м^3$ грунта	квт-ч	0,98	1.10	1,20	1.47

Как видно из приведенной таблицы, удельный расход электроэнергии на 1 $м^3$ грунта при четырех параллельно работающих землесосах в 1,5 раза больше, чем при работе одного землесоса.

При налаживании параллельной работы вначале пришлось столкнуться с большими трудностями, впоследствии удачно преодоленными. Для устойчивой параллельной работы оказалось необходимым наличие следующих условий: а) предельный развиваемый напор работающих землесосов должен быть по возможности одинаков; б) давление, развиваемое каждым землесосом, должно быть непременно больше суммы всех возможных сопротивлений в пульповоде; в) землесосы должны иметь по возможности более крутую характеристику, так как при этом параллельная работа получается более устойчивой; г) установка должна быть снабжена устройством для подвода компенсационной воды, позволяющей поддерживать в пульповоде необходимые скорости пульпы в случае вынужденной остановки одного или нескольких параллельно работающих землесосов; д) на установках должны быть предусмотрены запасные землесосы на случай ремонта основных, чтобы свести до минимума пользование компенсационной водой; е) совершенно необходима при параллельной работе постановка обратных клапанов.

В эксплоатационном отношении землесосная станция с параллельно работающими землесосами значительно сложнее, чем с одним землесосом, и требует большего количества и более высокой квалификации обслуживающего персонала. При работе многих землесосов целесообразно устройство дистанционного управления, подобного осуществленному на большом плашкоуте Карамышевского района.

[1] По данным статьи инж. Шкундина „Параллельная работа землесосов", „Строительная промышленность" № 7—8, 1937 г., стр. 31—34.

6. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ РАБОТА ЗЕМЛЕСОСОВ

По условиям работы часто возникала необходимость иметь значительно более высокое давление (до 4—4,5 *ат*), нежели создаваемое одним землесосом (3 *ат*). Так как при повышении напора сильно уменьшается производительность землесосов, то вызывалась необходимость или соединять землесосы последовательно или устраивать на некотором расстоянии перекачивающую станцию.

Последовательная работа землесосов была проведена в трех районах — Оревском, „Технике" и Волжском. Общее сопротивление, которое приходилось преодолевать установкам, колебалось в пределах 4—6 *ат*. Максимальное давление, которое может быть развито одним землесосом МВС, — 4,2—4,5 *ат*. Таким образом их суммарное давление может быть оценено в 8,4—9,0 *ат*. При таком соотношении давлений без специальных мер работа их была крайне неустойчива.

В работе наблюдалось следующее. Противодавление 4,0—4,5 *ат* преодолевалось одним землесосом и фактически оно полностью покрывалось вторым работающим землесосом, первый же землесос работал в атмосфере вакуума (под разрежением), создаваемого вторым землесосом, отчего наблюдалась сильная вибрация первого землесоса.

Таким образом первый землесос не работал и являлся как бы балластным прибором, помещенным на всасывающей линии второго землесоса.

В первом землесосе, находящемся под разрежением, через все неплотности в корпусе землесоса, сальник, фланцевые соединения, люки, болты и пр. наблюдался просос воздуха, что сильно ухудшало работу второго землесоса. Практически получалось, что два последовательно соединенных землесоса работали хуже и с меньшей производительностью, нежели один землесос. Если противодавление на линии повышалось до 5 *ат*, то второй землесос развивал напор около 4,5 *ат*, а остальные 0,5 *ат* приходились на первый землесос, тогда подсоса воздуха не наблюдалось, грохотание прекращалось и работа шла более устойчиво.

Для улучшения последовательной работы землесосов применялись следующие меры: а) у второго землесоса ставился мотор с меньшим числом оборотов (585 вместо 730 об/мин); б) обрезалось рабочее колесо с таким расчетом, чтобы оно давало максимальный напор около 3 *ат*. Тогда все давление сверх 3 *ат* — 1,5—2 *ат* падало на первый землесос, и установка работала надежно; в) для увеличения сопротивления между землесосами ставился пульповод диаметром 200 *мм*; г) перед вторым землесосом подводилась компенсационная вода на случай необходимости добавки ее при наступлении вибрации; д) на некоторых установках между землесосами ставилась дроссельная заслонка, оказывавшая существенную помощь, в особенности при добавлении компенсационной воды.

Хорошим средством являлась установка после второго землесоса задвижки „Лудло", которой можно искусственно создать необходимое давление порядка 5—5,5 *ат*. Этот способ особенно выгоден в тех случаях, когда какая-либо установка работает параллельно с другими установками на общий пульповод. При наличии такой задвижки на каждой установке можно создавать свой собственный режим, не затрачивая много компенсационной воды для создания режима в общем пульповоде.

7. ПЕРЕКАЧИВАЮЩИЕ СТАНЦИИ

При сравнительно больших объемах перекачиваемого материала для получения необходимого напора наиболее правильным решением является сооружение перекачивающей станции.

Таких станций функционировало на строительстве канала Москва — Волга в 1936 г. три: две в районе „Техника" и одна — при намыве Волжской плотины. Перекачивающие станции в районе „Техника" имели каждая 2 землесоса завода им. Калинина, из которых один был рабочим, а второй

резервным. На Волге перекачивающая станция, как это уже описано в гл. III, состояла из 8 землесосов.

Основной недостаток в работе перекачивающих станций заключается в неудачном выборе места для них: они были поставлены близко к объектам намыва и далеко от мест выемки грунта. Вследствие этого при длинных пульповодах получалось большое противодавление у землесосов, работающих в карьерах, вследствие чего они давали малую производительность. Наоборот, землесосы станции перекачки имели ввиду близости к точкам намыва малое противодавление и поэтому давали очень большую производительность.

В результате такого несоответствия получалось, что один землесос станции перекачки имел производительность, равную производительности 2—3 землесосов, расположенных в карьере. В случае какого-либо изменения режима — сброса, выключения или переключения одного из землесосов — сейчас же давление в пульповоде падало до нуля, пульпы для землесосов перекачки нехватало, начинались грохотание, вибрация землесосов и связанный с этим усиленный износ подшипников, сальников и необходимость остановки. Такие остановки возникали очень часто, что вредно отзывалось на работе электромоторов и другого электрооборудования и крайне осложняло работу всей установки в целом.

Регулирование компенсационной водой в общий пульповод всегда запаздывало, кроме того при этом тратилось большое количество воды, разжижалась пульпа, создавая опасность размыва укладываемого грунта и увеличивая стоимость работ.

Из приведенного видно, что выбор места для станции перекачки является весьма важным моментом. Землесосная станция должна быть поставлена так, чтобы при всех условиях в пульповоде перед станцией перекачки было положительное давление, и землесосы перекачки более полно использовали свой возможный напор. Если бы по каким-либо причинам этого не удалось сделать, необходимо установить мотор с меньшим числом оборотов или уменьшить диаметр рабочего колеса землесоса на станции перекачки путем обрезки концов лопаток.

Второй весьма неприятной помехой в работе станции перекачки было попадание большого количества камней, обрезков дерева и других посторонних предметов в рабочие колеса землесосов.

Во избежание забивания землесосов камнями на всасывающих и приемных трубах нужно ставить камнеуловители или землесосы на перекачке должны иметь рабочие колеса с большим зазором между лопатками. Кроме того на приемном коллекторе станции перекачки, обслуживающем несколько землесосов, необходимо делать люк, в который мог бы пролезать человек для возможности периодической и капитальной очистки пульповода, в котором, как в мешке, собиралась масса крупных предметов.

Основная борьба с засорением землесосов должна происходить в карьере путем его очистки и устройства гидровашгердов и других приспособлений, исключающих всякое попадание камней и других предметов в землесосы.

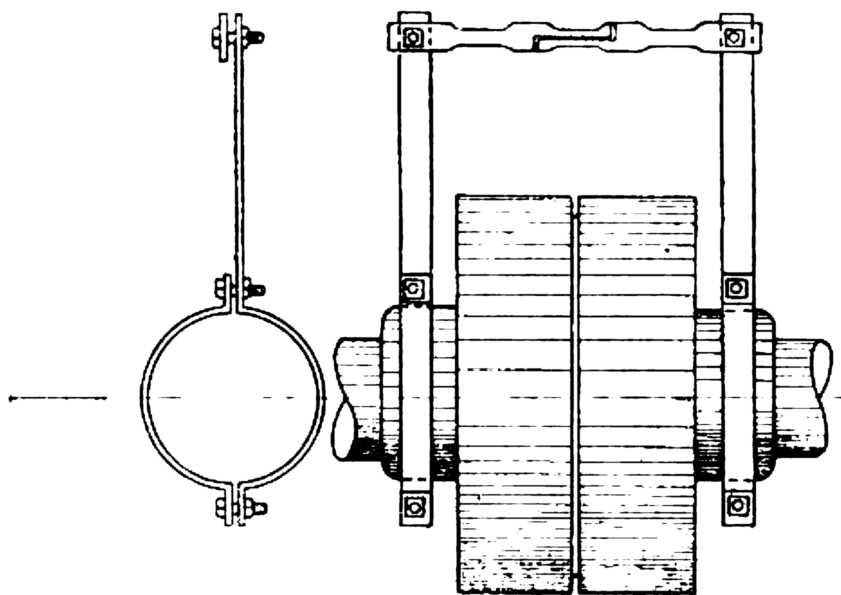
Третьим серьезным затруднением в работе станций перекачки являлось низкое качество применявшейся запорной арматуры, задвижек „Лудло" и обратных клапанов, дававших большие пропуски пульпы.

Основным условием нормальной работы всей системы является также надежная прямая (помимо коммутатора) телефонная связь: карьер — станция перекачки — намыв и световая сигнализация, причем последняя должна быть устроена так, чтобы на станции перекачки и в пункте намыва лампочки автоматически загорались или затухали при включении или выключении землесосов на карьерах. Это необходимо для своевременного пуска или остановки соответствующего числа землесосов на станции перекачки и соответствующего количества выпусков в местах намыва.

8. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Основными приборами, которыми контролируется работа землесосов являются вакуумметр и манометр, в некоторых случаях мановакуумметр, а также амперметр[1].

Установлено, что приборы работают в чрезвычайно тяжелых условиях: а) забиваются пульпой, б) из-за вибрации землесоса быстро выходят из строя и в) в случаях кавитации стрелки сильно колеблются. Вследствие этого приборы очень быстро портятся, и уже во второй половине сезона большинство установок Строительства работало без всяких приборов, вслепую.



Фиг. 103. Скобы для центрировки валов системы инж. И. Р. Мартынова.

Для обеспечения нормальной работы измерительных приборов следует применять следующие меры: а) как манометры, так и вакуумметры устанавливать в вертикальном положении, — на стене около землесосов, причем присоединять их к землесосу через отстойную систему (демпферы или бачки — отстойники), б) приборы присоединять через резиновую высоконапорную трубку и в) для включения и выключения приборов устанавливать поворотные (пробковые) краны.

Необходимо особо выделить прибор для установки моторов, примененный на строительстве канала Москва — Волга по предложению инж. И. Р. Мартынова (фиг. 103).

Прибор весьма прост в изготовлении, а пользуясь им и щелемером (щуп), достигается весьма точная установка моторов.

9. ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ НАСОСЫ[2]

Наиболее распространенными на строительстве канала Москва — Волга были следующие центробежные насосы:

1. Завода „Борец"	$Q = 1\,750$ м³/час;	$H = 84{,}0$ м;	$n = 1\,450$ об/мин
2. „ им. Калинина	$Q = 1\,700$ „	$H = 16{,}0$ „	$n = 730$ „
3. Сумского завода	$Q = 1\,320$ „	$H = 45{,}0$ „	$n = 1\,450$ „
4. „ „	$Q = 660$ „	$H = 43{,}0$ „	$n = 1\,450$ „
5. „ „	$Q = 540$ „	$H = 150$ и 100 м;	$n = 1\,450$ „

При описании работ отмечалось, что кроме электромоторов надежнее всего работали насосы. Процент простоев из-за неисправности насосов был ничтожен. Это объясняется тщательностью монтажа и изученностью работы насосов.

При работе насосов были следующие неполадки.

а) У насосов завода „Борец" из-за неплотной запрессовки направляющего аппарата таковой сдвинулся с места и в результате позднего обнаружения дефекта расплавились подшипники со стороны, противоположной электромотору. Неисправность была устранена путем разбора насоса, постановки направляющего аппарата на место и усилением его крепления с помощью дополнительной шпонки. При этом указанный сдвиг напра-

---

[1] Ненормальный ампераж сразу же указывает на дефекты в работе агрегата.

[2] Здесь приведены лишь особенности в работе насосов без описания их конструкций, которые уже достаточно освещены в печати.

вляющего аппарата произошел в нескольких насосах завода „Борец" в разных районах работ, почему при сборке таких насосов следует обращать особое внимание на надежную запрессовку направляющего аппарата и в случае надобности немедленно усиливать его крепление.

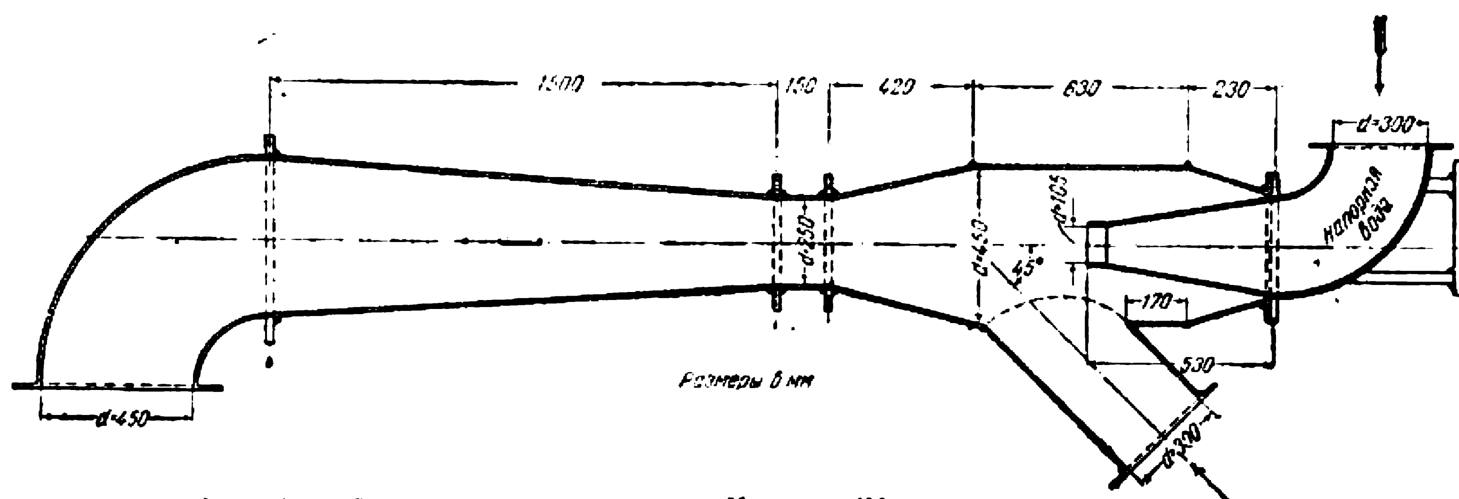
б) По невыясненной причине в одном из насосов завода „Борец" произошел обрыв уплотнительного барабана рабочего колеса, вследствие чего пришлось насос разобрать и заменить рабочее колесо (Волжский район).

в) Из-за поступления в насосы грязной воды рубашки вала изнашивались преждевременно. Попадание же в насос посторонних предметов, как и следовало ожидать, влекло за собой остановку наноса и требовало очистки рабочего колеса.

Кроме этого следует отметить, что при постановке на всасывающую трубку $d = 400$ *мм* насосов завода „Борец" обратного клапана $d = 500$ *мм* производительность насосов резко снижалась, что объясняется несоответствием диаметра клапана по отношению к диаметру всасывающей трубы. Поэтому поставленные клапаны $d = 500$ *мм* были все сняты.

10. ГИДРОЭЛЕВАТОРЫ

Ранее считали, что гидроэлеваторы, отличающиеся своей чрезвычайной простотой в изготовлении и в эксплоатации, имеют к. п. д. около 5%. Ошибочность такой оценки к. п. д. гидроэлеваторов была доказана их



Фиг. 104. Эскиз гидроэлеватора „Хэнди" (Карамышевский район).

применением на строительстве канала Москва — Волга. Первыми экземплярами гидроэлеваторов, работавшими на строительстве канала, были гидроэлеваторы „Хэнди" (фиг. 104).

Малая их производительность и низкий к. п. д. побудили отдел гидромеханизации Строительства заняться изучением их работы и теории расчета, в результате чего были запроектированы новые конструкции гидроэлеваторов (фиг. 105), которые в дальнейшем и применялись на строительстве[1].

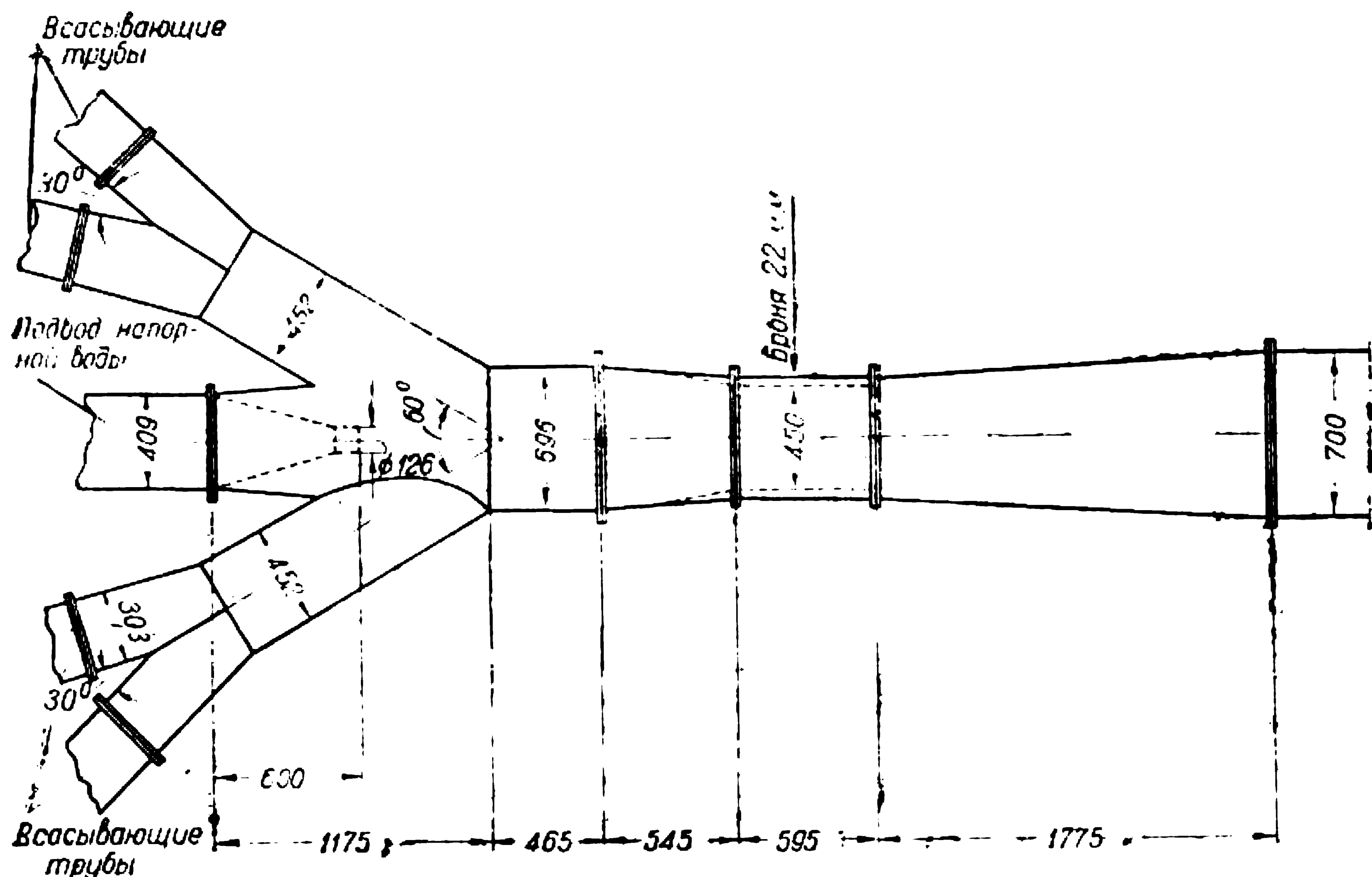
Конструктивные улучшения гидроэлеваторов позволили довести их к. п. д. до 0,20—0,28.

Гидроэлеваторы являлись вспомогательными механизмами, так как кроме сравнительно низкого к. п. д. пределом их применения следует считать работу на пульпе с напором 10—15 *м*, почему они применялись лишь при заглублении зумпфов и при разработке карьеров (см. гл. II и IV).

[1] Так как за последнее время опубликован ряд расчетов гидроэлеваторов — проф. Каменева, инж. Леоновича и др., см. журналы: „Москваволгострой", „Гидротехническое строительство", „Золотая промышленность", „Санитарная техника", то здесь расчетно-теоретическая часть опускается. В № 6 за 1939 г. Известий технического отделения Академии Наук СССР опубликованы также результаты исследований гидроэлеваторов, проведенные в лаборатории гидромеханизации СКГУ с критической оценкой всех существующих способов их расчета.

В результате применения гидроэлеваторов на строительстве канала Москва — Волга некоторые сторонники их дальнейшего всемерного внедрения несколько преувеличивают возможности их использования и в частности преувеличивают значения к. п. д. гидроэлеваторов [1].

Вообще же следует учитывать, что гидроэлеватор обязательно агрегируется с насосом, а следовательно к. п. д. всего агрегата не превышает 0,22—0,25, т. е. он в 2,5—3,0 раза ниже к. п. д. землесосов.



Фиг. 105. Эскиз гидроэлеватора конструкции инж. Леоновича.

Ввиду несложности изготовления гидроэлеваторов они должны найти себе применение на плашкоутах в качестве вспомогательных механизмов для углубления зумпфов и углубления котлованов под плашкоутами.

11. ГИДРОМОНИТОРЫ

На строительстве канала Москва — Волга применялись два типа гидромониторов: тип „Хэнди" — Союззолото — с входными патрубками $d = 225$ *мм*, частично с входными патрубками $d = 175$ и 125 *мм* и тип Гидроторфа — входной патрубок $d = 100$ *мм*. Всего в работе было 214 гидромониторов, причем ощущался недостаток гидромониторов „Хэнди" малого размера.

Так как конструкция гидромониторов уже достаточно подробно освещена в печати [2], мы здесь остановимся лишь на особенностях и недостатках работы гидромониторов на строительстве канала Москва — Волга.

Гидромониторы Союззолота обычно устанавливались на салазках из брусьев и реже — на специальном свайном фундаменте. Последнее хотя и давало более надежное крепление, однако не может быть рекомендовано, так как усложняет передвижку гидромонитора.

Управление гидромониторами, осуществляемое с помощью рычага

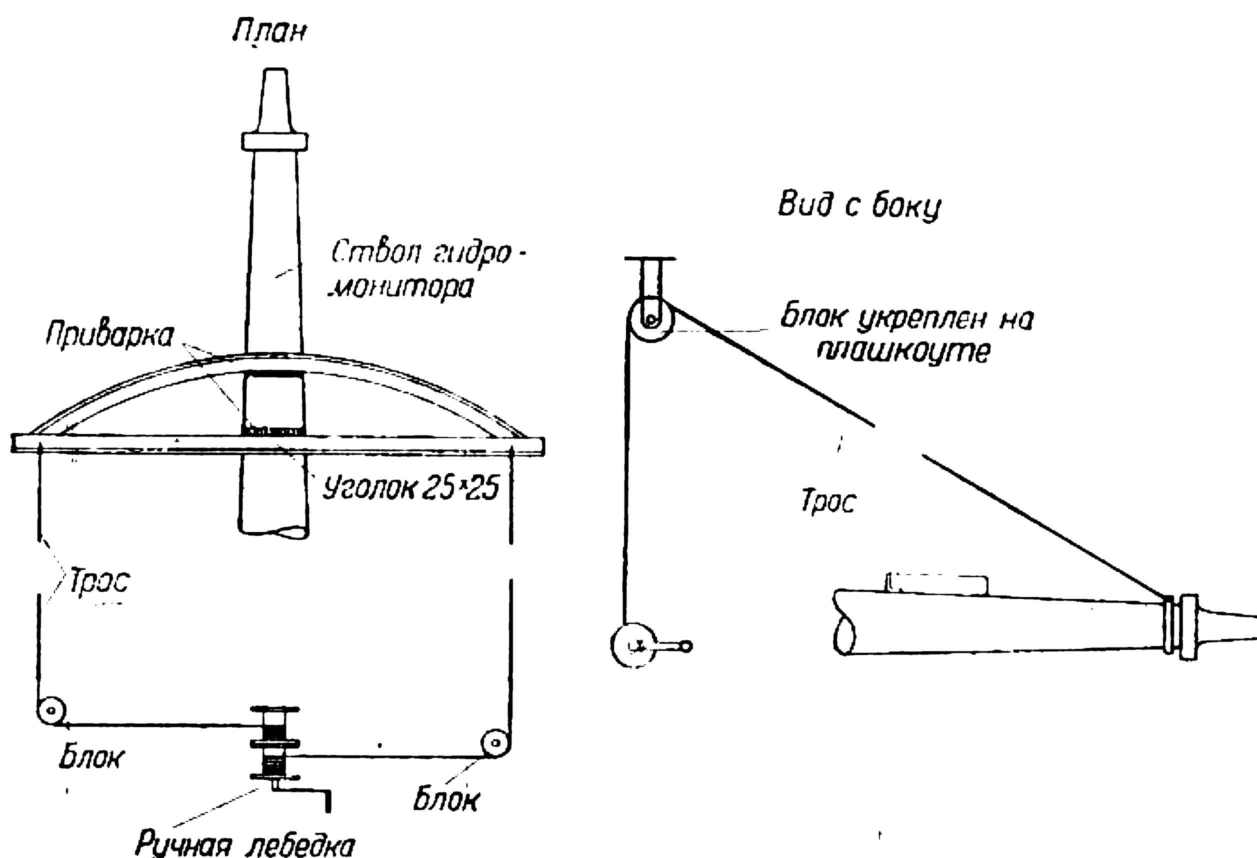
---

[1] Например инж. Леонович в журнале „Золотая промышленность" отмечает, что к. п. д. гидроэлеваторов на Строительстве доходил до 0,40. В действительности же к. п. д. их никогда не превышал 0,28.

[2] См. труды Инсторфа, а также Б. М. Шкундин, Оборудование для гидромеханизации, 1935 г.

с противовесом, следует считать безусловно примитивным решением вопроса, которое технически сложно при работе гидромониторов, установленных на плашкоутах.

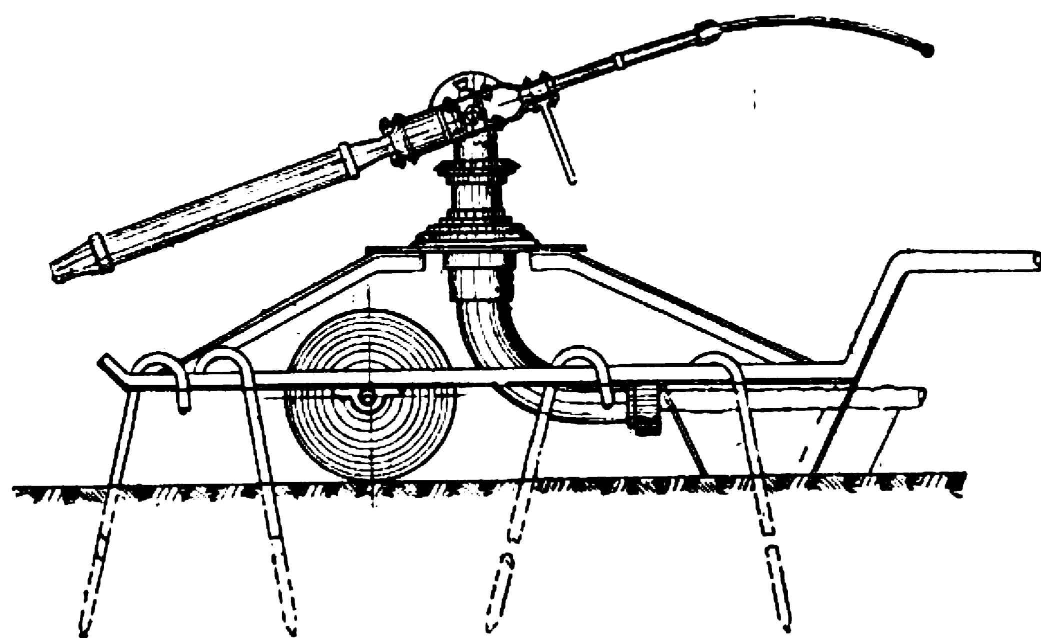
Как известно, полностью разрешен вопрос управления гидромониторами применением дефлекторов. Однако гидромониторы Союззолота не



Фиг. 106. Схема управления гидромониторами с помощью штурвалов.

снабжены дефлекторами, поэтому небезынтересен опыт Волгостроя, где для управления гидромониторами применены штурвалы для вращения гидромонитора в горизонтальной и вертикальной плоскостях (фиг. 106).

Гидромониторы имели набор насадок от 40 до 125 *мм*, благодаря чему имелась полная возможность регулирования расходов воды.



Фиг. 107. Крепление гидромонитора Гидроторфа.

Из основных недостатков в работе гидромониторов следует отметить неудовлетворительное крепление центрального болта, из-за чего гидромониторы давали течь у поворотного кольца. Указанные течи кроме потери воды и напора сильно мешали нормальной работе гидромониторщиков, особенно в холодное осеннее время. Зимой же по этой причине вокруг гидромонитора образовывались беспрерывно нараставшие наледи, которые затрудняли как обслуживание, так и передвижку гидромониторов.

Гидромониторы Союззолота, как правило, применялись при разработке песчаных и супесчаных грунтов. Давление у насадок колебалось

в пределах от 1,5 до 8,0 *ат*. Гидромониторы Гидроторфа, снабженные специальным катучим устройством, были значительно удобнее как в эксплоатации, так и при передвижке, кроме того управление ими более легкое. Присоединение их к напорной водяной магистрали весьма часто производилось с помощью гибких шлангов, что в значительной мере увеличивало их маневренность.

Для придания им устойчивости применялись анкерные штыри, которые препятствовали поступательному движению катков от реактивного воздействия струи (фиг. 107).

Гидромониторы Гидроторфа применялись в первую очередь при разработке торфяных, илистых и глинистых грунтов, а также в качестве „Бустеров" — для подгонки пульпы.

ГЛАВА VI

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ ПО ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ КАНАЛА

Научно-исследовательским работам по гидромеханизации на строительстве канала Москва — Волга не пришлось уделить достаточного внимания.

Это объясняется, во-первых, быстрыми темпами строительства и, во-вторых, имевшей место в начале строительства некоторой недооценкой роли гидромеханизации вообще и научно-исследовательских работ по гидромеханизации в частности.

Лаборатория гидромеханизации была организована на Строительстве лишь в конце 1936 г., имела плохое оборудование и недостаточное количество кадров. Основными работами лаборатории являлись в начале испытания насосов и землесосов. Вопросами же намыва, гидротранспорта и другими лаборатория занялась значительно позже, примерно к концу строительства канала.

Постановка опытных работ и наблюдений непосредственно на производстве была затруднена тем, что тогда способ гидромеханизации по существу лишь осваивался и все внимание было обращено на освоение этого способа производства работ. Разумеется, это было неправильно, так как развитие исследований несомненно облегчило бы само освоение способа гидромеханизации.

Проведенные в лаборатории гидромеханизации Строительства исследования можно разделить на следующие 3 основные раздела:

1. Испытание механизмов — насосов и землесосов [1].

2. Гидротранспорт — определение потерь напора в трубах при транспортировании по ним пульпы.

3. Гидравлические исследования — определение потерь напора при движении чистой воды по резиновым шлангам и потерь напора в гидромониторах Гидроторфа и Союззолота [2].

Полученные в лаборатории данные по всем перечисленным вопросам носят предварительный характер и ниже приводятся в кратком изложении.

---

[1] Испытания гидроэлеваторов в основном были проведены в гидротехнической лаборатории МВС, и их описание сделано в выпуске „Научно-исследовательские работы на строительстве канала Москва — Волга",

[2] Кроме этого были произведены исследования по намыву плотин в лотках и по влагоотдаче, но ввиду сугубо предварительного характера полученных данных мы их в отчет не помещаем.

1. ИСПЫТАНИЯ МЕХАНИЗМОВ[1]

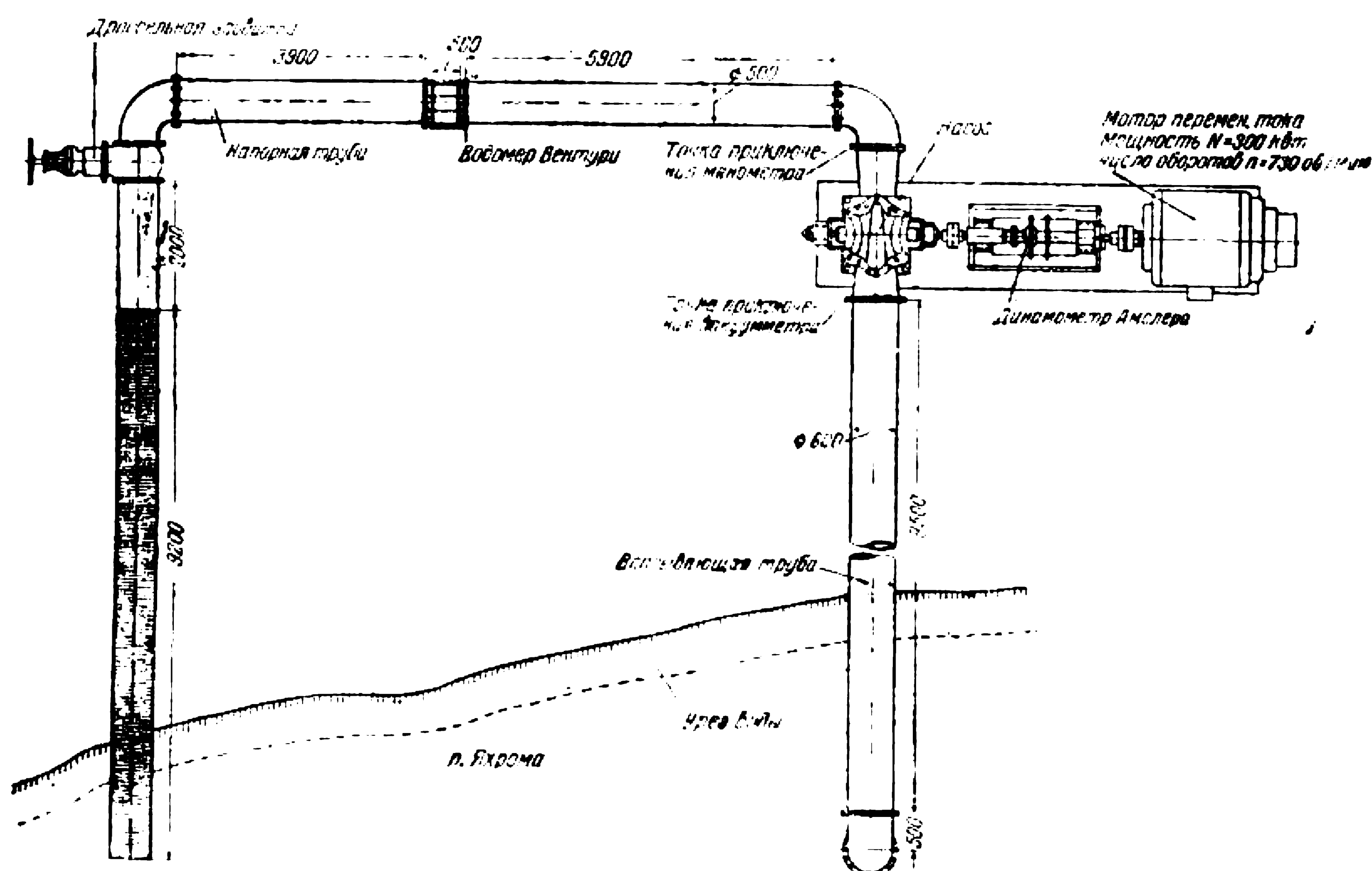
В лаборатории были испытаны:

а) центробежный насос завода им. Калинина марки 20 НДС.
б) „ „ „ „ „ „ 18 НДС.
в) землесос Мелитопольского завода $Q = 400$ *м³/час* [2].
г) „ завода им. Калинина $Q = 800$ *м³/час*.
д) „ Мехзавода МВС с различными колесами.

а) Испытание насосов завода им. Калинина марок 20 НДС и 18 НДС

Испытания насосов имели своей задачей получение основных характеристик работы насосов на чистую воду, т. е. получение кривых $Q = f(H)$, $N_э = f(Q)$ и $\eta = f(QH)$ (обозначения обычные).

При испытаниях насосы соединялись помощью эластичной муфты непосредственно с электромотором $N = 300$ *квт*, 6000 *в*, 730 об/мин. При этом для насоса 20 НДС мощность электромотора была недостаточной: при $Q \approx 600$ *л/сек* затраченная мощность равна около 350 *квт* — 27%



Фиг. 108. План установки для испытания центробежных насосов марок 20 НДС и 18 НДС завода им. Калинина.

нагрузки электромотора, что лимитировалось защитным электрическим реле, принятым в эксплоатации в лаборатории. Поэтому испытания насоса 20 НДС произведены не полностью, а в интервале расходов от 0 до 600 *л/сек*. Для испытания же насоса 18 НДС мощности электромотора — 300 *квт* — было вполне достаточно.

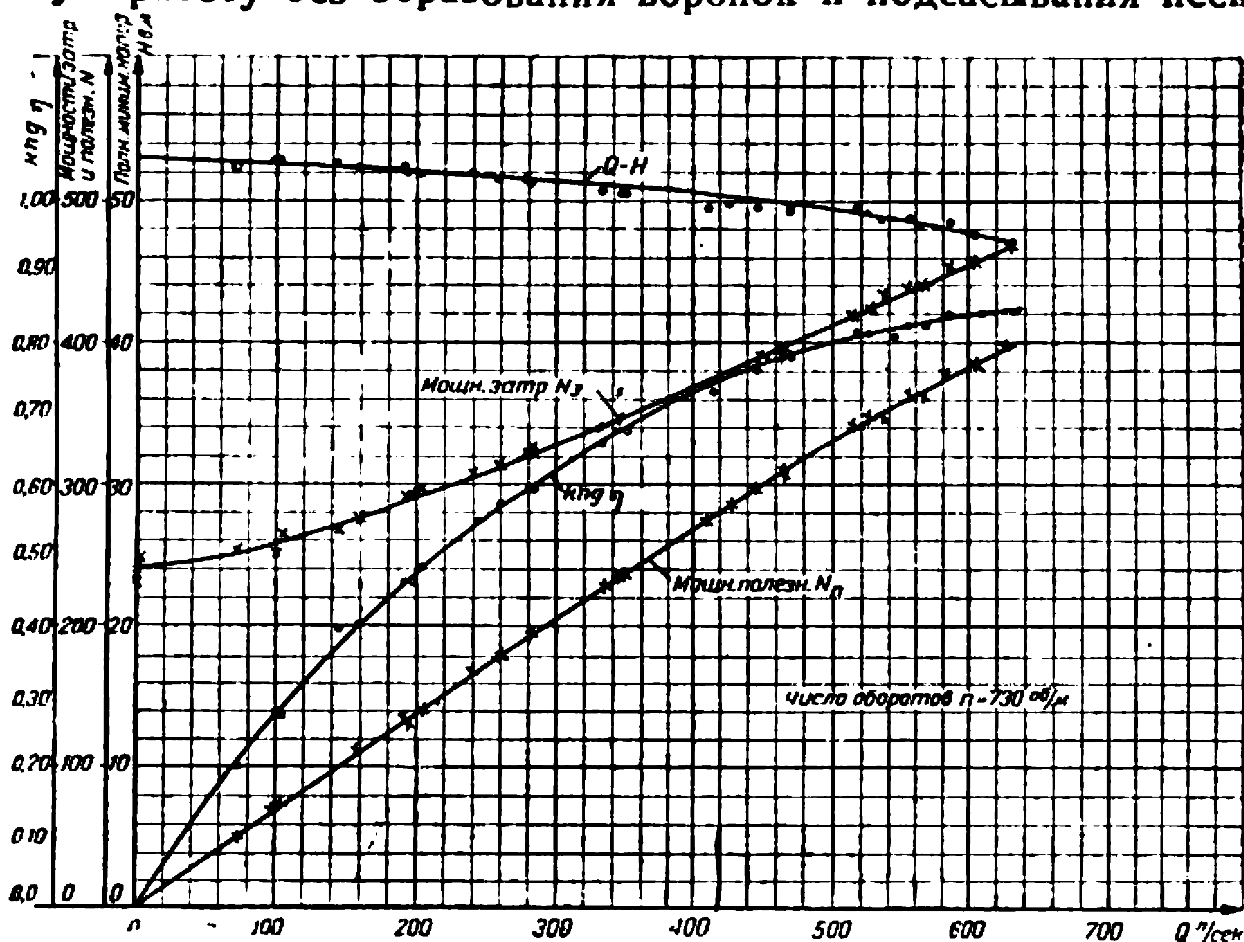
Приводим краткое описание стэнда натурных испытаний и измерительной аппаратуры, применявшейся при испытаниях обоих насосов.

Как видно из фиг. 107, забор воды производился из р. Яхромы, благодаря чему обеспечивалась неизменная геодезическая высота всасы-

[1] Все испытания насосов, землесосов и гидроэлеваторов произведены старшим инженером В. А. Тереховичем.

[2] Отчет по испытанию землесоса Мелитопольского завода $Q = 400$ *м³/час* окончательно не обработан, поэтому здесь этот вопрос не освещается.

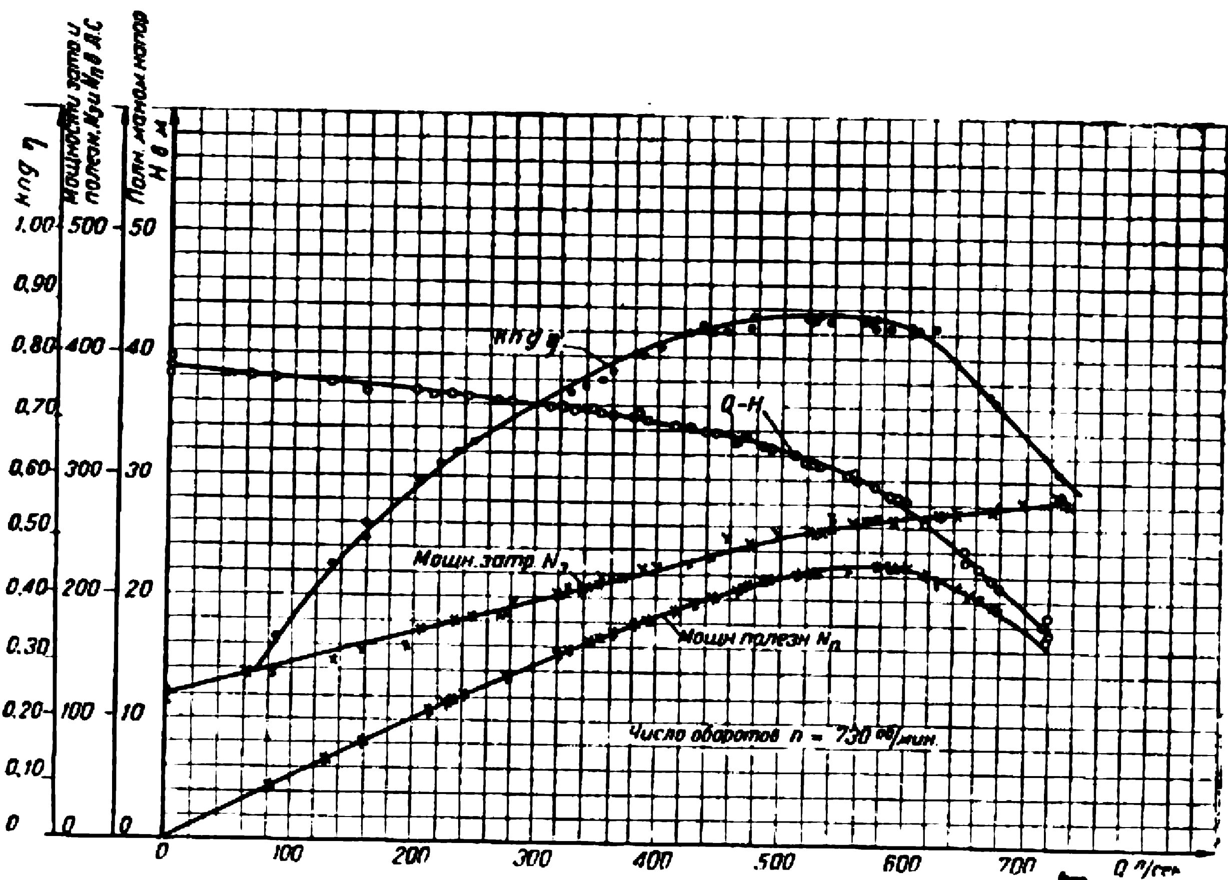
вания [1]. Заглубление всасывающей трубы на 1,30 *м* от горизонта и высота обреза всасывающей трубы над дном реки 1,20 *м* полностью обеспечивали нормальную работу без образования воронок и подсасывания песка.



Фиг. 109. Характеристика центробежного насоса завода им. Калинина марки 20 НДС.
Примечания. 1. Кривые $Q-H$, $Q-Nп$ и Q $N_з$ построены по данным, приведенным к постоянному числу оборотов $n = 730$ об/мин. 2. Кривая $Q - \eta$ — по данным испытаний.

Мощность на валу насоса $N_в$ определялась по формуле:

$$N_з = \frac{M \cdot \omega}{75},$$



Фиг. 110. Характеристика центробежного насоса завода им. Калинина марки 18 НДС.
Примечания. 1. Кривые $Q-H$, $Q-Nп$ и $Q-N_з$ построены по данным, приведенным к постоянному числу оборотов $n = 730$ об/мин. 2. Кривая $Q - \eta$ — по данным испытаний.

---

[1] Высота всасывания колебалась от 1,90 до 2,14 *м* в зависимости от горизонта воды в канале, однако для каждого опыта она практически была неизменной.

где M — вращающий момент, замеренный динамометром Амслера; $\omega = \frac{2\pi n}{60}$ — угловая скорость при n — числе оборотов, равном 95,5.

Расход воды определялся помощью водомера Вентури $d = 500$ *мм* с диаметром горловины $d = 245{,}5$ *мм*.

Длина прямолинейного участка напорной трубы перед и за водомером соответственно равнялась 12 и 8 диаметрам, что отвечает техническим условиям пользования водомером. Перепад давления на водомере замерялся ртутным диференциальным манометром.

Во время опытов производился замер числа оборотов и при обработке величины напоров — H, расходов — Q, мощности $N_з$ приведены к постоянному числу оборотов $n = 730$ об/мин по известным формулам:

$$H = H_1 \frac{n^2}{n_1^2};$$

$$Q = Q_1 \frac{n}{n_1}$$

и

$$N_з = N_1 \frac{n^3}{n_1^3}.$$

Характеристики насосов, построенные по обработанным ведомостям испытаний, приводятся на фиг. 109—110.

б) Испытание землесоса механического завода МВС с пятью различными рабочими колесами

Испытания насосов по существу явились подготовкой к испытаниям землесосов, так как по этим механизмам не было почти никаких данных, между тем для освоения этих новых для строителей механизмов было совершенно необходимо получить их характеристики. Заводы же, выпускавшие землесосы, их испытанием не занимались, почему и пришлось этим вопросом заниматься лаборатории гидромеханизации [1].

После окончания работ по строительству канала в мае 1937 г. в лаборатории гидромеханизации были начаты испытания землесоса завода МВС с пятью различными колесами, запроектированными в разное время для определенных производственных целей (фиг. 111).

Задача испытаний заключалась в получении характеристик и выяснении влияния на производительность землесоса диаметров горловины и входного отверстия колес.

Основные данные, характеризующие рабочие колеса, приведены в табл. 45.

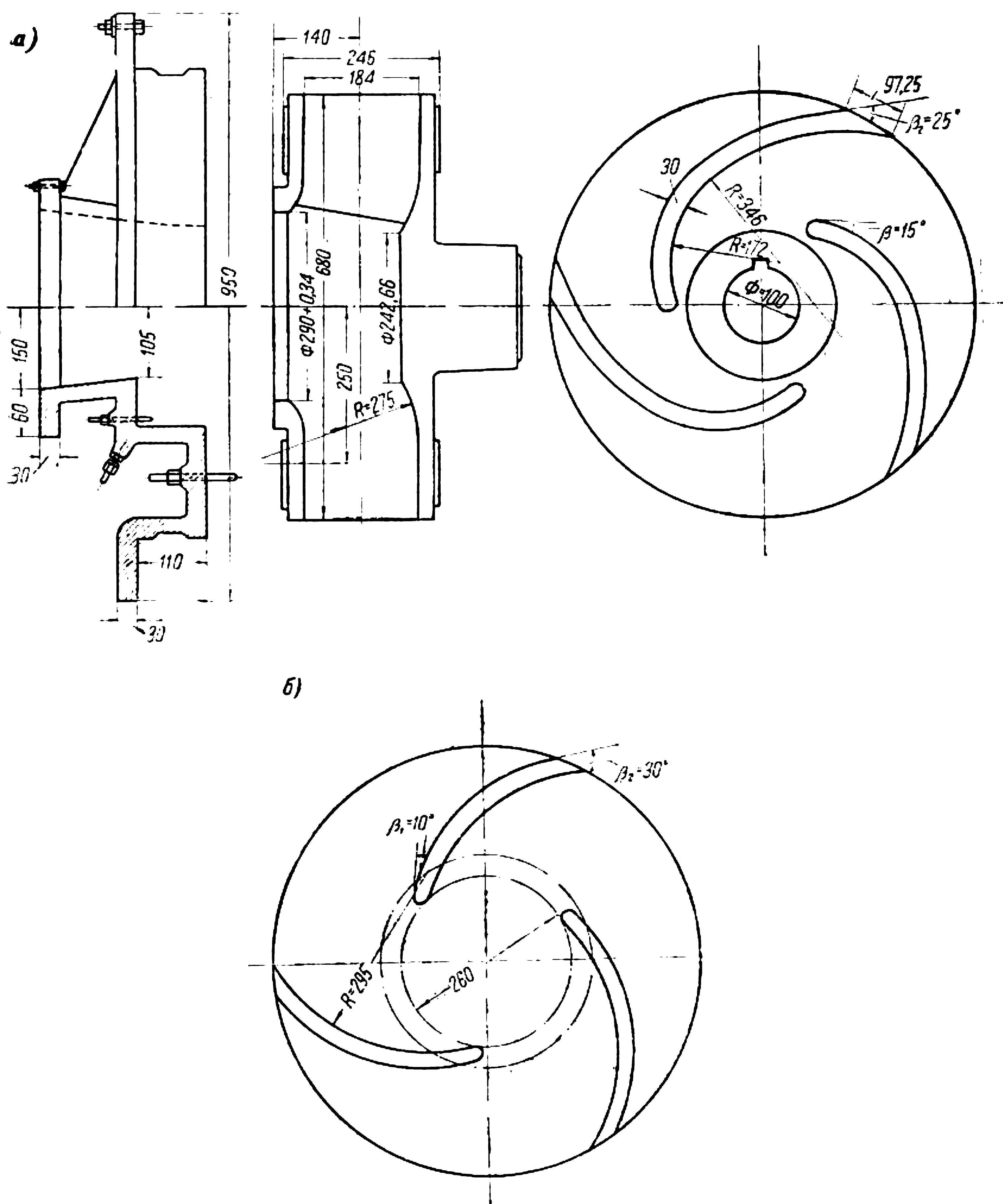
Таблица 45

Лаборат. номер колес	Форма горловины	Диаметры в *мм*		Углы лопатки		Минимальный размер пропускаемых камней	Производственное наименование
		горловины	входного отверстия	β_1° — вход	β_2° — выход		
1	Конусная	200	290	15	25	90 × 180	Нормальное
2	„	200	290	10	30	160 × 180	Гравийное
3	„	200	290	15	25	100 × 180	Нормальное
4	Цилиндрическая	300	319,4	20	35	80 × 180	Новые
5	„	300	319,4	15	20	180 × 180	Новые

[1] К сожалению положение и в настоящее время не изменилось: заводы пока не занимаются испытанием землесосов и не видно с их стороны даже намерения заняться этим делом.

Как видно из таблицы, рабочие колеса разделялись на два типа: $d=200$, $d_1=290$ и $d=300$, $d_1=319{,}4$. Кроме этого у них были различные углы входа и выхода лопаток и для выяснения их влияния на характеристику рабочего колеса требовались 4 серии испытаний.

Из-за краткости сроков испытания не были проведены в достаточном для этого объеме, причем все сравнительные данные были получены при



Фиг. 111, *а*, *б*. Рабочее колесо землесоса МВС № 1, 2, 4, 5[1]

испытании рабочих колес на воду. Вторая часть испытаний — на пульпу — не была проведена.

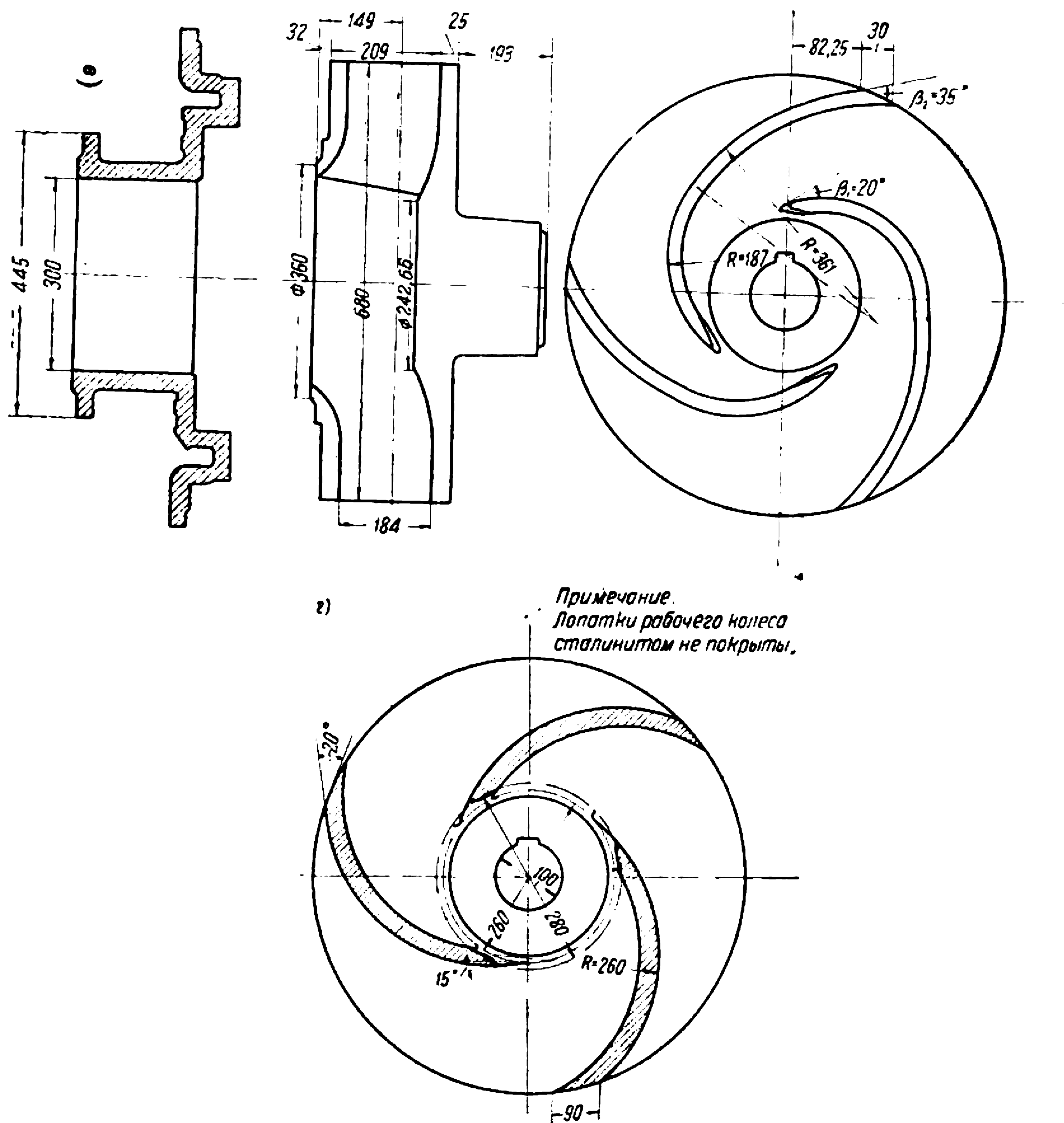
В конечном итоге испытаниями определены зависимости:

а) величины расхода (подача землесоса) в зависимости от полного манометрического напора $Q=f(H)$;

[1] Колесо № 3 по конструкции почти не отличается от колеса № 1.

б) величины затрачиваемой мощности на валу землесоса в зависимости от величины напора и расхода $N_з = f\ (Q,H)$;

в) величины к. п. д. $\eta = f\ (N_з,\ Q$ и $H)$.



Фиг. 111, в, г. Рабочее колесо землесоса МВС № 1, 2, 4, 5.

Испытания проводились на специальном стэнде (фиг. 112). Измерение расходов производилось объемным способом, для измерения напоров служили ртутный вакуумметр и пружинный манометр. Мощность на валу землесоса определялась помощью электроприборов: киловаттмет-

Таблица 46

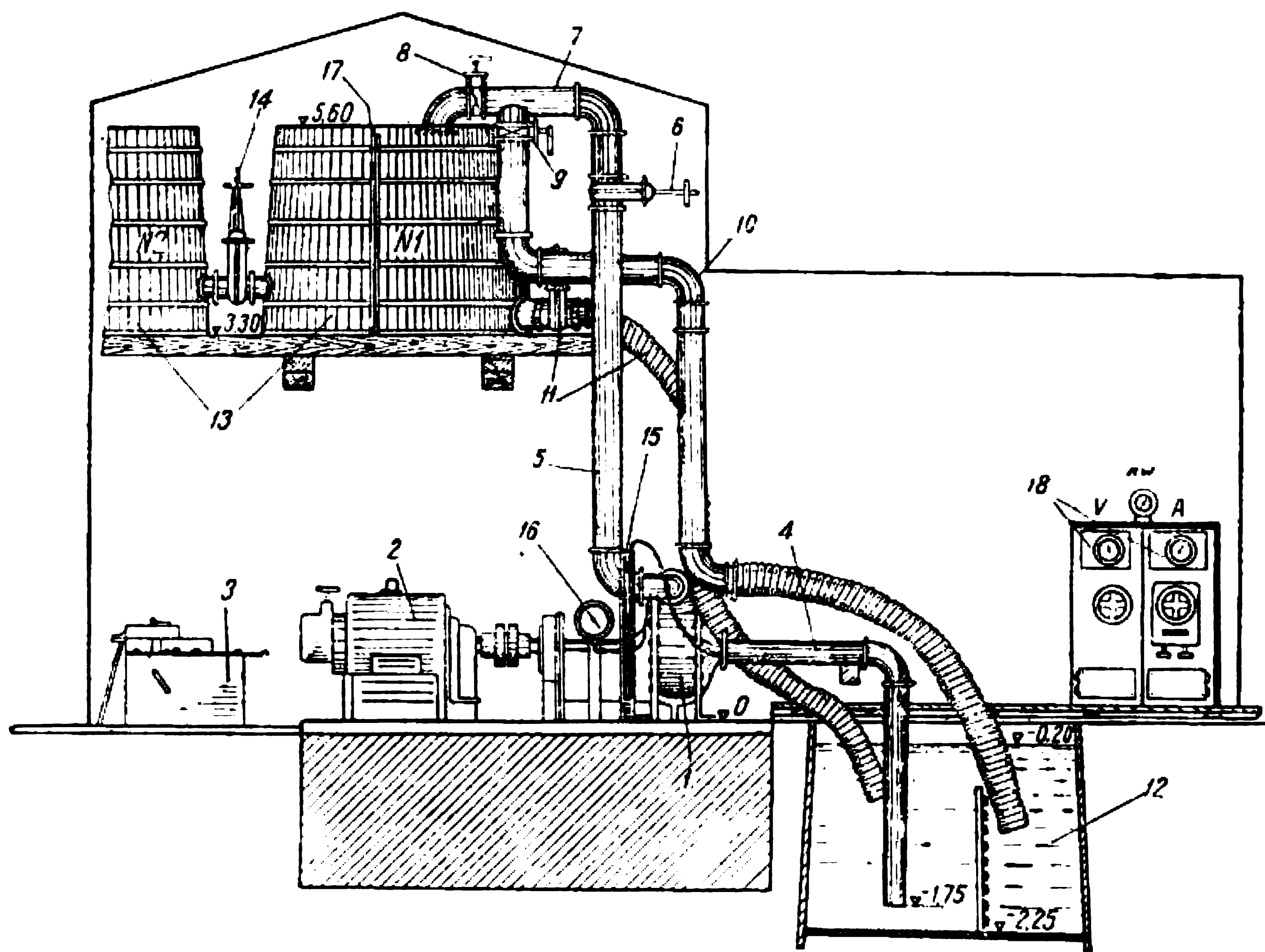
№ колес	Максим. напор. в м вод. ст. при $Q=0$	Рабочий режим			Максим. к.п.д.
		напор в м	расход Q м³/час	мощность в квт	
1	39,5	36,0	880	160	0,52
2	42,0	36,5	820	160	0,52
3	40,05	34,0	870	155	0,56
4	41,5	37,0	1 200	210	0,59
5	37,0	33,5	1 100	185	0,58

ра, киловольтметра и амперметра. Суммарная ошибка определения к. п. д. = $= \pm 12\%$.

Результаты опытов показаны на фиг. 113.

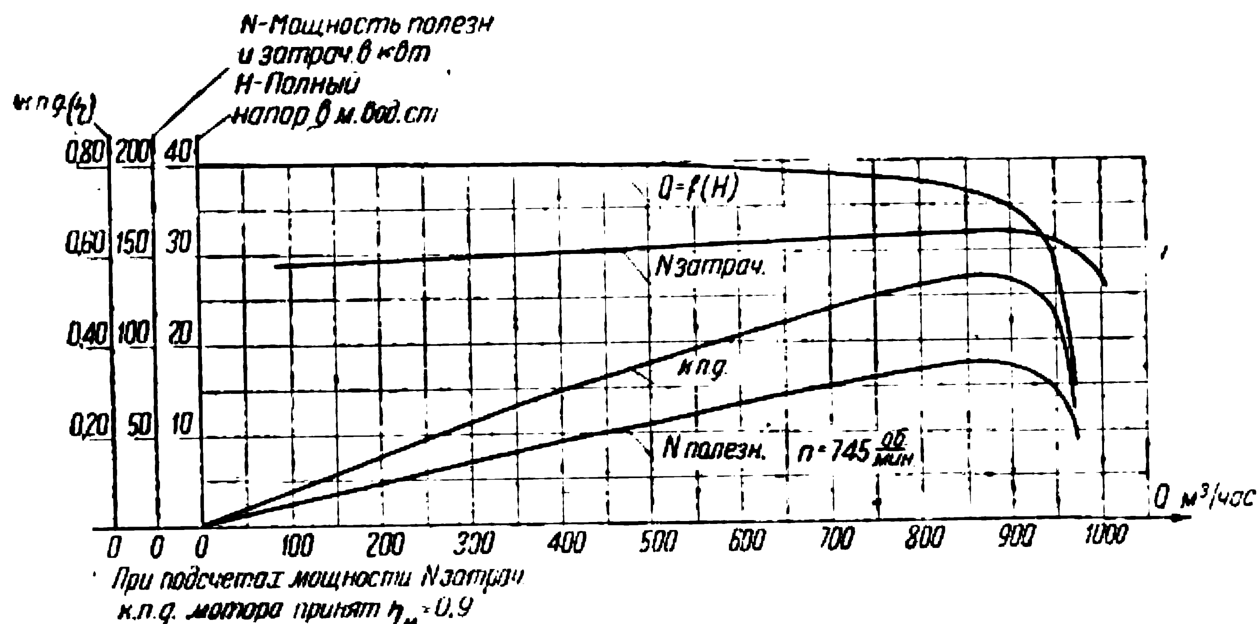
Данные характеристик приведены в табл. 46.

На основе полученных данных можно установить теснейшую зависимость между диаметрами входного отверстия и горловины, с одной стороны, и производительностью и к. п. д. рабочих колес, с другой стороны: расход для первого типа колеса колеблется в пределах 820—880 *м³/час*, для второго типа — 1 100—1 200 *м³/час* и к. п. д. для первого типа колеблется в пределах 0,52—0,56, во втором доходит до 0,59.

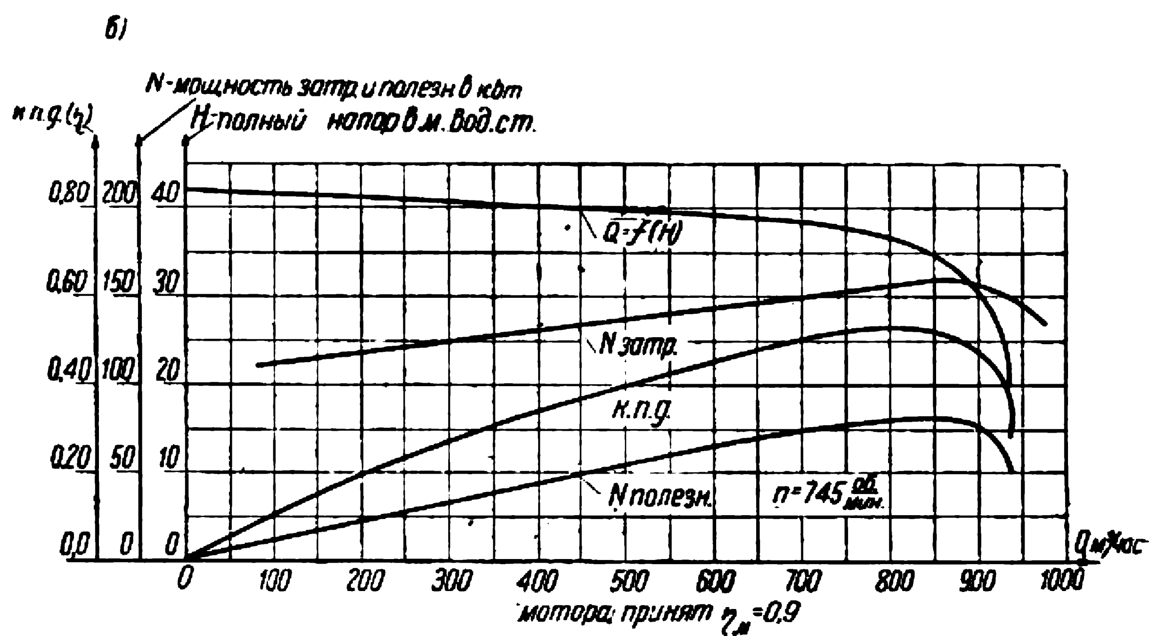


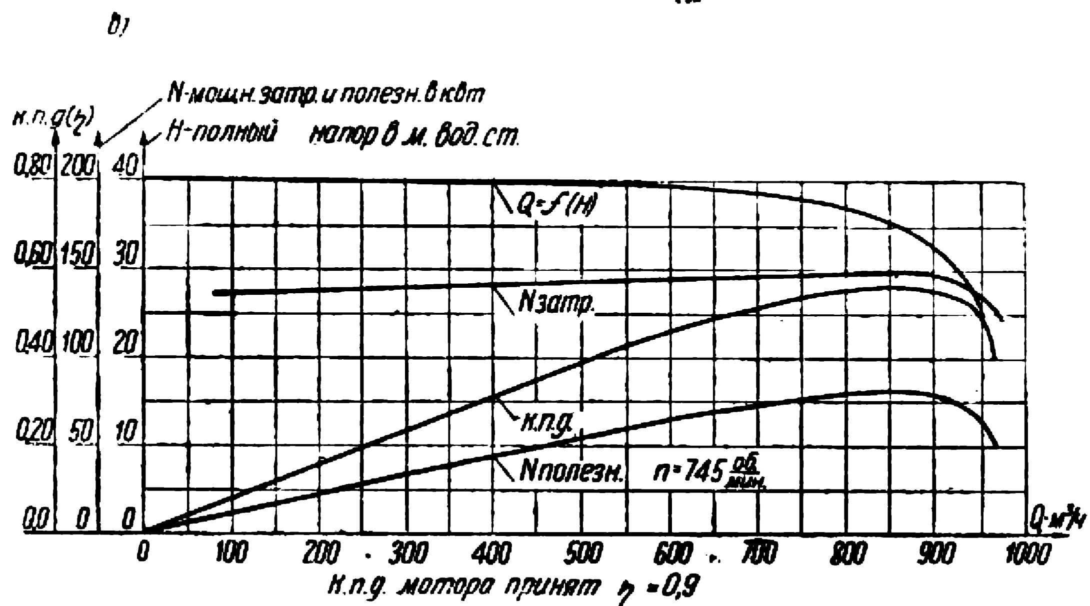
Фиг. 112. Схема стэнда для испытания землесосов на чистую воду.

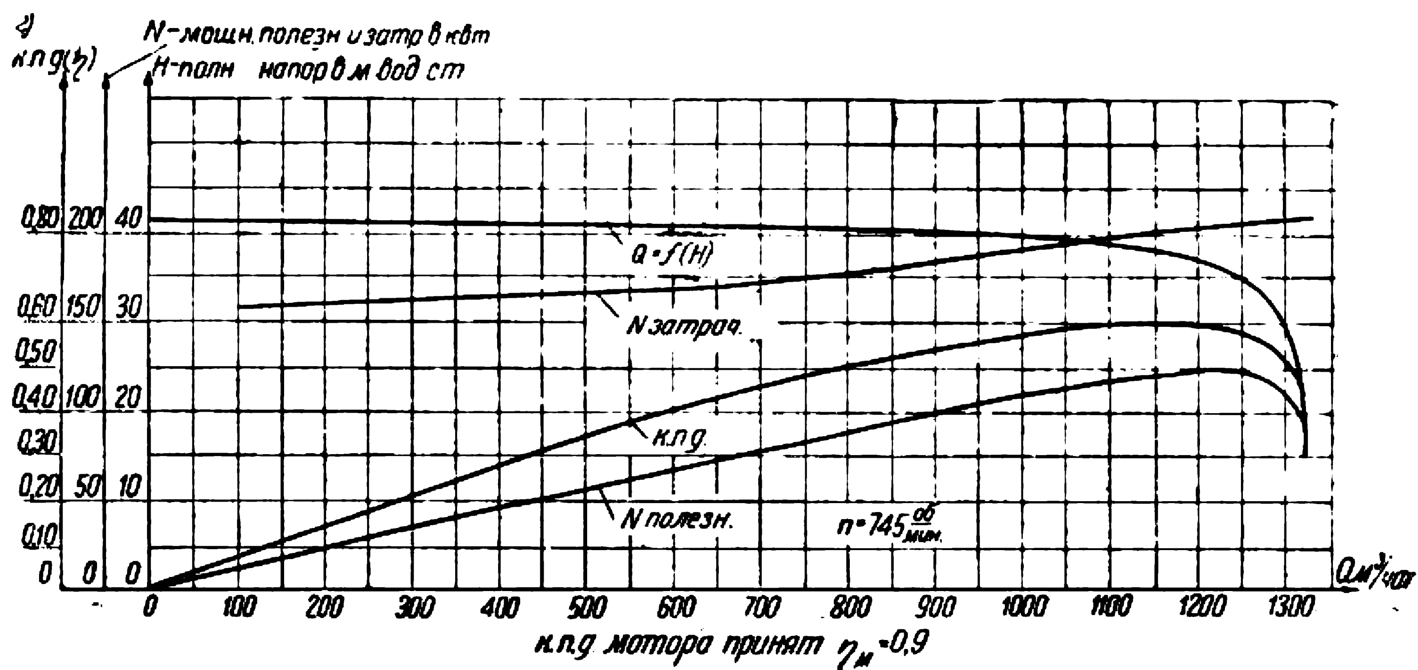
1 — землесос; *2* — электромотор переменного тока 6 000 *в*, 730 об/мин; *3* — пусковой реостат; *4* — всасывающий патрубок; *5* — нагнетающий патрубок; *6* — дроссельная задвижка „Лудло"; *7* — трубопровод для переключения расходов на мерный бак; *8—9* — поворотная заслонка; *10* — сбросной циркуляционный трубопровод; *11* — сбросной шланг с задвижкой; *12* — заборный бак (№ 3); *13* — мерные баки (№ 1 и 2); *14* — раздельная задвижка; *15* — ртутный вакуумметр; *16* — пружинный манометр; *17* — водомерное стекло с рейкой; *18* — электроизмерительная аппаратура и пусковое реле.

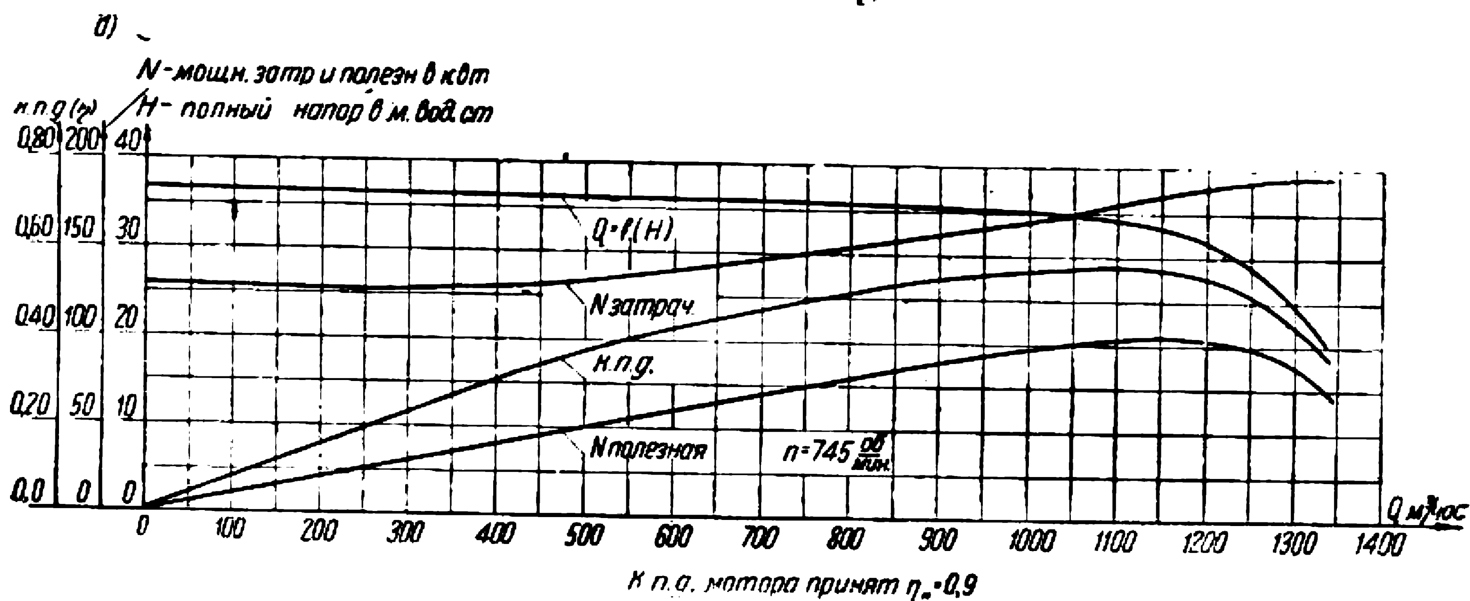


Фиг. 113. Характеристика на воду для пяти различных рабочих колес землесоса МВС № 1, 2, 3, 4, 5 (по данным лабораторных опытов).


б)
N-мощность затр. и полезн в квт
к.п.д.(η)
H-полный напор в м. вод. ст.
Q=f(H)
N затр.
к.п.д.
N полезн.
n=745 об/мин.
Q м³/час
мотора; принят $\eta_м$=0,9


в)
N-мощн. затр. и полезн. в квт
к.п.д.(η)
H-полной напор в м. вод. ст.
Q=f(H)
Nзатр.
к.п.д.
Nполезн.
n=745 об/мин.
Q-м³/ч
К.п.д. мотора принят η =0,9


г)
N-мощн. полезн и затр в квт
к.п.д.(η)
H-полн напор в м вод ст
Q=f(H)
N затрач.
к.п.д.
N полезн.
n=745 об/мин.
Q м³/час
к.п.д мотора принят $\eta_м$=0,9


д)
N-мощн. затр и полезн в квт
к.п.д.(η)
H- полный напор в м. вод. ст
Q=f(H)
Nзатрач.
к.п.д.
Nполезная
n=745 об/мин.
Q м³/час
К.п.д. мотора принят $\eta_м$=0,9

Фиг. 113*б, в, г, д.*

При этом необходимо отметить, что первые три колеса работают при более спокойном режиме — развиваемый вакуум не превышает 6,0 *м*, между тем как у колес 4 и 5 вакуум доходит до 8,75 *м*, т. е. близок к области кавитации.

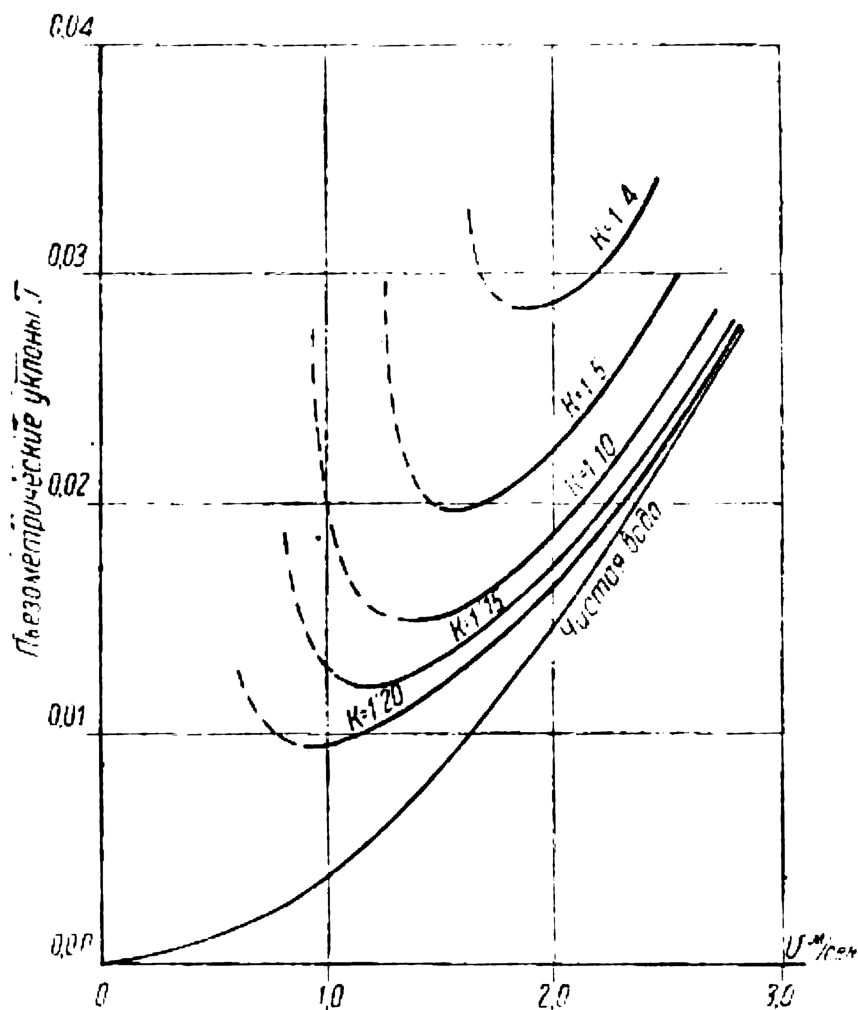
Данные испытаний более совершенных землесосов ЗГМ-1, проведенных в лаборатории гидромеханизации СКГУ, приведены выше в гл. V „Оборудование гидромеханизации".

2. ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕРЬ НАПОРА ПРИ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ ПУЛЬПЫ ПО ТРУБАМ

Как известно, этот вопрос имеет исключительное значение для гидромеханизации, ибо от его разрешения зависят правильное назначение скоростей движения пульпы по трубам, наиболее экономичный выбор числа агрегатов, их мощности, диаметра, количества труб и т. д.

Гидротранспортом в СССР занимались: Государственный гидрологический институт, Всесоюзный институт механизации торфяной промышленности, Научно-исследовательский институт гидротехники (Ленинград), ЦНИВТ, Водгео и др. Однако до сих пор вопрос не получил окончательного разрешения [1].

Наблюдения по гидротранспорту, проводившиеся в полевых условиях на строительстве канала Москва — Волга, как по количеству, так и по качеству весьма незначительны и существенных данных в разрешение вопроса не внесли. Исследования проводились на трубах $d = 450$ *мм* и $d = 500$ *мм*, но при обработке все данные были объединены, так как из-за недостаточной точности производства наблюдений разницы в потерях напора, зависящей от диаметра, обнаружить не удалось.



Фиг. 114. Кривые зависимости пьезометрических уклонов от скорости движения пульпы.

Полученные в результате опытных наблюдений данные обработки и приведены в виде кривых зависимостей потери напора от скорости движения пульпы и ее консистенции (фиг. 114).

Гранулометрический состав грунта пульпы, взятый для наблюдений, примерно был следующий:

до 0,25	*мм*	— 9—12%
0,25—0,005	„	— 83—88%
меньше 0,005	„	— 3— 5%

Само собой разумеется, что данных, приведенных на графике, совершенно недостаточно для расчета гидротранспорта, ибо они относятся, во-первых, лишь к одному диаметру и, во-вторых, к скоростям 2,5—3,0 *м*.

[1] В ближайшее время должны быть опубликованы в Известиях технического отделения Академии Наук СССР данные по гидротранспорту, полученные в лаборатории гидромеханизации СКГУ, суммирующие опыт по изучению гидротранспорта.

Необходимо остановиться на двух диаметрально противоположных точках зрения по вопросу о выборе скоростей транспортирования пульпы по трубам. В американской практике скорости транспортирования пульпы в отдельных случаях доходят до 6—7 *м/сек*, например на строительстве плотины Форт-Пек. У нас же в СССР, в частности на строительстве канала Москва — Волга, обычными были скорости 2,0—3,0 *м/сек*. Защитники „малых скоростей" указывают на их выгодность как с точки зрения уменьшения потерь напора при транспортировании, так и в смысле меньшей истираемости пульповодов. Но в таком случае непонятно, почему американцы, народ весьма практичный, не считались с этими факторами.

Некоторая ясность в этот вопрос внесена лишь в последнее время благодаря работе по гидротранспорту старшего научного сотрудника НИИГ В. С. Кнороз [1], предлагающего следующую формулу:

$$P = A \left(\frac{v_{kp}}{v_0}\right)^m \left(1 - \frac{v_0}{v_{kp}}\right)^m,$$

где P — весовая консистенция пульпы (см. гл. V);

A — некоторый коэфициент, зависящий от глубины потока;

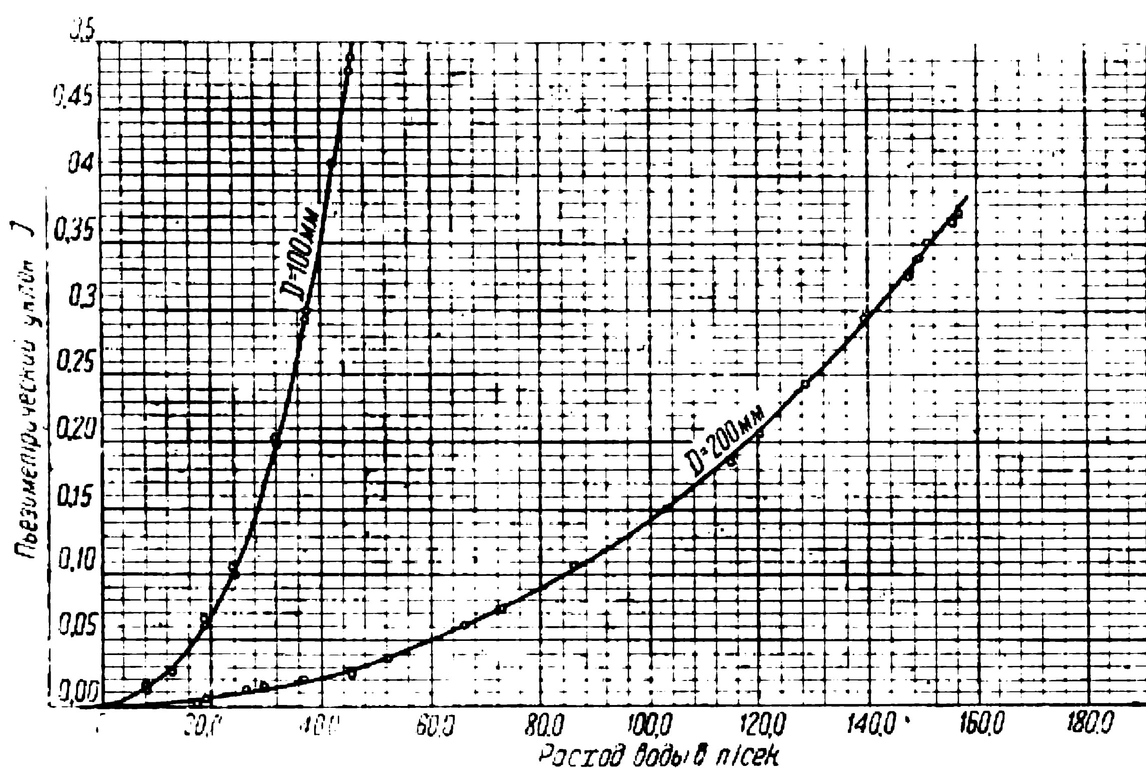
v_0 — скорость, при которой начинается взвешивание частиц (при данной глубине потока или величине диаметра);

v_{kp} — критическое значение скорости для заданной консистенции пульпы;

m — коэфициент, равный ~ 3, при котором поток предельно насыщен взвешенными твердыми частицами.

Из приведенной формулы видно, что увеличение консистенции пропорционально кубу скорости, между тем потери напора возрастают пропорционально квадрату скорости. Отсюда ясно, что наиболее выгодно работать с максимально возможной консистенцией, так как с ее увеличением соответственно уменьшаются расход воды, затраченная мощность и диаметр труб.

Оптимальной скоростью следовательно следует считать ту минимальную скорость, которая обеспечивает транспортирование пульпы указанной выше максимально возможной консистенции, в свою очередь зависящей от ряда условий производства работ.



Фиг. 115а. Кривые зависимости потерь напора в резиновых шлангах от расхода воды.

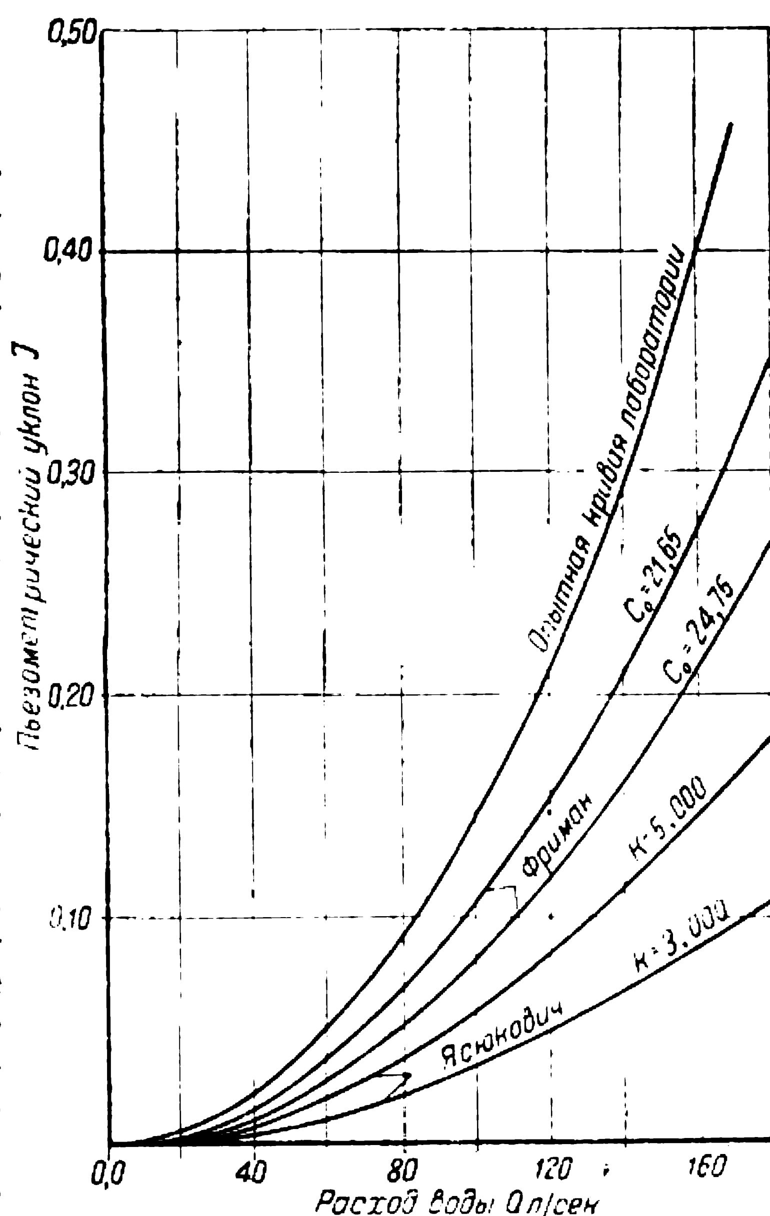
[1] С разрешения ст. научного сотрудника В. С. Кнороз и руководителя лаборатории проф. И. И. Леви приводим полученную ими зависимость. См. технический отчет „Составление технических условий и норм для проектирования и расчетов пульповодов", Всесоюзный научно-исследовательский институт гидротехники.

3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ВОДЫ ПО ГИБКИМ РЕЗИНОВЫМ ШЛАНГАМ [1]

Эта тема была исследована в лабораторных условиях на специальной опытной установке и имела целью получение данных для построения кривых потерь напора в шлангах в зависимости от расхода воды и диаметра шланга. На основании этих данных, а также изучения уже имеющихся в литературе данных необходимо было получить действительную зависимость $I = f$ ($\alpha_{трубы}$, Q и d) для расчета гибких резиновых шлангов.

В литературе по вопросу движения жидкости в резиновых шлангах имеется ряд работ, среди них работы Фримана, Ясюковича, Зайдера, Рихтера и др. Но исследования всех этих авторов обычно ограничивались гладкими резиновыми или прорезиненными рукавами малых диаметров и при относительно малых скоростях движения воды в них. Шланги же, применявшиеся на МВС, отличны и по диаметрам, и по строению стенок, а поэтому, как показала экспериментальная проверка, полученные указанными авторами математические зависимости оказались неприемлемыми для шлангов больших диаметров.

Опыты в лаборатории проводились над шлангами двух диаметров — 100 и 200 *мм* — и с двумя различными стенками шлангов. В первом случае ($d = 100$ *мм*) — гладкий резиновый шланг, соответствующий типу напорных шлангов, и во втором случае ($d = 200$ *мм*) — резиновая стенка с укрепленной на ней проволочной спиралью. Проведены также частичные опыты, использованные в дальнейшей обработке, со шлангом $d = 150$ *мм* с гладкими стенками.



Фиг. 115б. Сравнительные кривые зависимости пьезометрических уклонов от расхода воды по данным опытов и расчету по формулам Фримана и Ясюковича.

Ясюкович:

$$I = k\frac{Q^{1,9}}{D^{5,25}}\ ;\ k = \begin{cases}3000\\5000\end{cases}$$

Фриман:

$$I = k\frac{v^2}{C_0^2 D}\ ;\ C_0 = \begin{cases}21,65\\24,75\end{cases}$$

$k = 3\,000$, $C_0 = 24,75$ — прорезиненные гладкие шланги.

$k = 5\,000$, $C_0 = 21,65$ — пеньковые (обыкновенные) шланги.

Экспериментальная установка позволяла доводить скорости движения воды до ~ 8 *м/сек* при непременном соблюдении напорного движения. Полученные в результате проведенных опытов данные приведены на фиг. 115а.

Совершенно ясно, что по опытам с шлангами одного диаметра нельзя получить достоверной формулы.

Сравнение точек, определенных по уравнениям других авторов, с данными непосредственных наблюдений дано на фиг. 115б.

[1] Проведены б. начальником лаборатории гидромеханизации МВС инж. Н. А. Ржаницыным.

На этой фигуре приведены кривые, подсчитанные по формулам Фримана и Ясюковича.

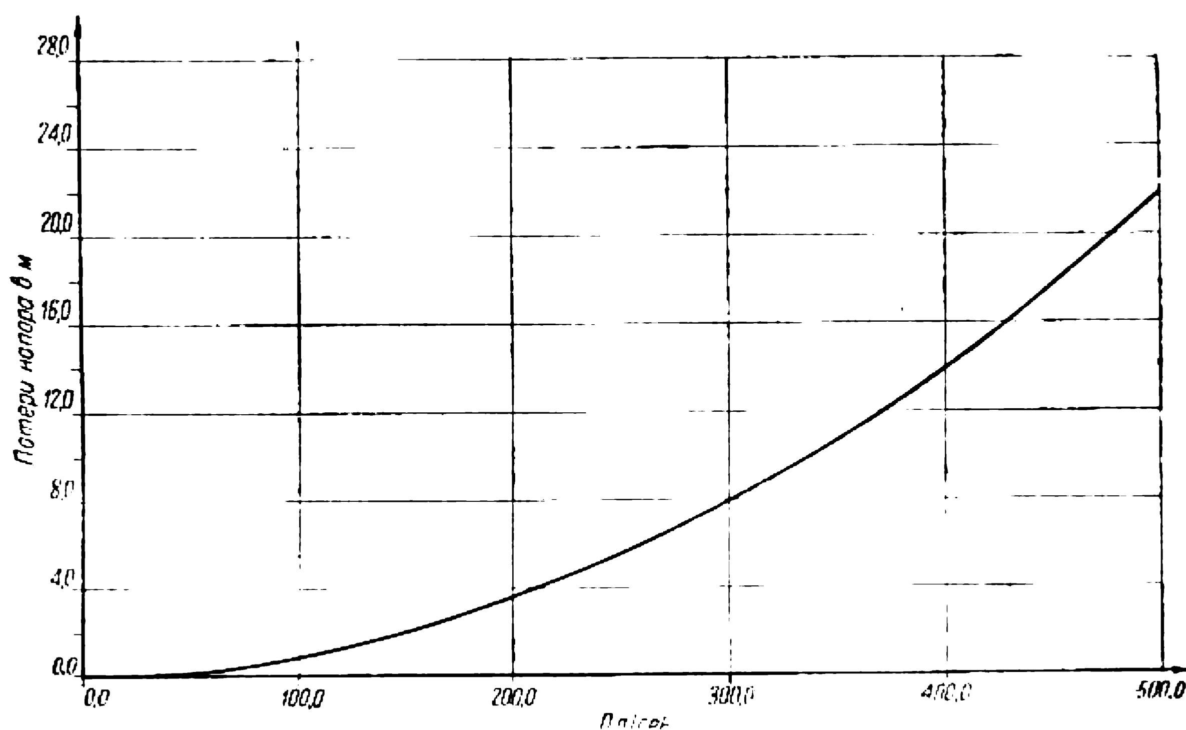
Сильно разнящиеся результаты данных, полученных из уравнений Фримана и Ясюковича, показывают, что расчет по их формулам ненадежен и следовательно для разрешения данного вопроса необходима постановка дальнейших исследований.

4. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ ГИДРОМОНИТОРОВ

Исследования гидромониторов заключались в выяснении следующих двух вопросов: а) определении потерь напоров в гидромониторах Союззолота (системы „Хэнди"); б) определении потерь напоров в гидромониторах Гидроторфа.

а) Потери напора в гидромониторах Союззолота („Хэнди")

Большие размеры и мощность струи гидромониторов этого типа не позволили проводить исследования в лабораторных условиях. Поэтому при решении этой темы был принят способ проверки теоретических рас-



Фиг. 116. Кривая потерь напора в гидромониторе Союззолота в зависимости от расхода.

четов экспериментальными точками, полученными на производстве. С этой целью предварительно, по данным рабочего чертежа гидромонитора этого типа, был проведен с возможно большей тщательностью гидравлический расчет.

В результате экспериментальной проверки кривая, полученная расчетным путем, подтвердилась.

Анализ полученной кривой потерь напора позволяет установить для этого типа гидромониторов следующее математическое выражение:

$$\Delta H = AQ^2,$$

где ΔH — величина потерь напора в *м*;

A — некоторый постоянный коэфициент, равный 86,72;

Q — расход воды в *м*³/*сек*.

При подстановке значения A в формулу имеем:

$$\Delta H = 86{,}72\ Q^2.$$

б) Потери напора в гидромониторах Гидроторфа

Для этого типа гидромониторов вся экспериментальная часть была проведена в лаборатории на специальной опытной установке. Опыты проводились при различных расходах воды.

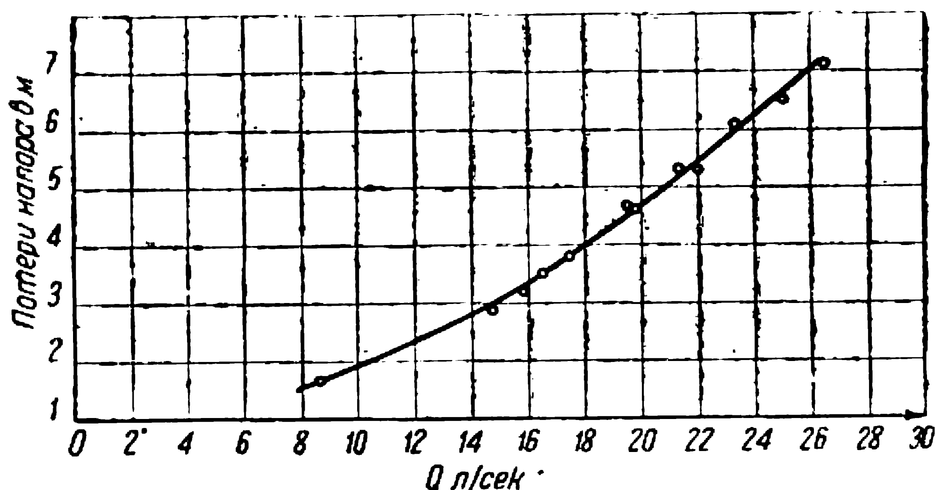
Результаты произведенных экспериментальных работ представлены на фиг. 117. Достаточно точное математическое выражение полученной кривой может быть дано в виде:

$$\Delta H = A_1 Q^2,$$

где

$$A_1 = 9{,}276,$$

поэтому



Фиг. 117. Кривая потерь напора в гидромониторе (с насадком) Гидроторфа в зависимости от расхода.

$$\Delta H = 9{,}276\ Q^2.$$

ГЛАВА VII

ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТ И ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

Из общего объема земляных работ, выполненных на строительстве канала Москва—Волга методом гидромеханизации — 10,5 млн. *м*³ грунта, приходится: на основные работы — 7,3 млн. *м*³, на вспомогательные работы — 2,1 млн. *м*³ и на добычу гравия — 1,1 млн. *м*³.

Динамика развития разработки грунтов способом гидромеханизации на основных работах Строительства представляется в следующем виде.

1934 г.	156,2 тыс. *м*³	или 0,5%	от всего объема выполненных земляных работ на основных сооружениях Строительства
1935 „	1 942,3 „	„ „ 4,8%	То же
1936 „	4 588,2 „	„ „ 8,6%	„
1937 „	550,2 „	„ „ 6,4%	„

Таким образом основная масса земляных работ, выполненных на Строительстве способом гидромеханизации, относится к 1935—1936 гг.

Установки гидромеханизации работали по всей трассе канала на протяжении 128 *км*. В 1935 г. на основных работах Строительства работало 16 установок, а в 1936 г. — 31; кроме того на добыче гравия — 7 и на вспомогательных работах — 9 установок.

Объем работ по месяцам года, как отмечалось на отдельных примерах, распределялся весьма неравномерно и в большинстве случаев работы развертывались только ко второй половине года, достигая максимума в октябре 1935 г. и в августе 1936 г. Среднемесячная разработка грунта способом гидромеханизации достигала:

в 1935 г.	в среднем за месяц 190 000 *м*³,	максимум (октябрь)	— 447 473 *м*³
„ 1936 „	„ „ „ 437 500 „	„ (август)	— 1 064 061 „

Средняя суточная выработка также резко изменялась на протяжении года, как это видно из табл. 47.

Таблица 47

№ п.п	Род работы	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Средн. за год
	1935 г.													
	(в $м^3$)													
1	**Земляные работы**	162	244	220	570	2 700	4 300	10 500	12 800	14 100	14 400	13 250	3 500	6 400
2	**Гравий**	—	—	—	—	—	—	780	1 330	2 250	3 200	1 410	500	1 570
3	**Вспомогательные работы**	—	—	—	—	2 580	5 430	6 240	6 150	4 240	2 240	1 590	—	4 130
	Всего	162	244	220	570	5 280	9 730	17 520	20 280	20 590	19 840	16 250	4 000	12 100
	1936 г.													
1	**Земляные работы**	3 720	1 000	2 600	1 800	9 350	18 700	29 000	33 400	29 000	28 400	13 300	950	14 500
2	**Гравий**	500	160	370	710	2 560	4 280	2 980	3 630	3 740	3 540	2 400	—	2 280
3	**Вспомогательные работы**	735	850	2 100	3 560	3 960	3 820	4 000	3 000	3 400	2 600	640	900	2 480
	Всего	4 955	2 010	5 070	6 070	15 870	26 800	35 980	40 030	36 140	34 540	16 340	1 850	19 260

За отдельные сутки производительность по разработке грунта способом гидромеханизации поднималась в 1936 г. значительно выше среднемесячной. Максимальная производительность по Строительству была достигнута:

По земляным работам	31 августа	— 58 099 $м^3$
„ размыву гравийной породы	15 „	— 5 970 „
„ всем видам гидромехацизации	31 „	— 61 291 „

Таким образом максимальная суточная производительность более чем в 3 раза превышала достигнутую среднегодовую, что лишний раз указывает на далеко еще неиспользованные возможности гидромеханизации.

1. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЗЕМЛЕСОСА

Применявшиеся на Строительстве землесосы имели расчетную производительность в 800 и 400 $м^3$ пульпы в час. В дальнейшем для возможности сравнения производительность землесосов приведена к одному типу в 800 $м^3$/*час*.

При принятых для предварительных расчетов расходах воды в 7 $м^3$ на 1 $м^3$ грунта и коэфициенте использования в 66% условная теоретическая производительность приведенного землесоса будет 1 600 $м^3$ грунта в сутки и 100 $м^3$ за час чистой работы.

В действительности в среднем по всему Строительству таких показателей достигнуть не удалось, но в отдельных случаях эти расчетные показатели были значительно превзойдены. Изменение производительности в $м^3$ основных установок землесосов на Строительстве за сутки и за час чистой работы по месяцам 1936 г. дано в табл. 48.

Производительность торфососной установки была в 1935 г. значительно выше средней производительности землесосов и равнялась 2 575 $м^3$ торфа в сутки и 190 $м^3$ за час чистой работы.

Однако средние годовые и даже средние месячные величины не характеризуют возможности работы землесосов. В августе 1936 г. благодаря ряду принятых организационных мер многие установки дали значительно лучшие показатели.

Так, в Центральном районе при средней годовой производительности 575 $м^3$/*сутки* производительность землесоса в это время за декаду

Таблица 48

№ п п	Районы	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	В средн. за год
1	Волжский намыв	—	—	—	—	—	—	400 / 29	725 / 51	651 / 49	467 / 37	538 / 53	296 / 55	551 / 44
2	„Техника". Выемка	—	—	—	—	—	622 / 135	1 405 / 123	1 065 / 108	—	—	—	—	1 170 / 119
	Намыв	—	—	—	—	—	815 / 153	700 / 118	785 / 96	632 / 100	940 / 98	840 / 77	—	790 / 98
3	Оревский. Выемка	358 / 49	320 / 40	1 285 / 84	850 / 64	1 380 / 100	1 345 / 129	826 / 90	548 / 66	147 / 61	323 / 24	—	—	815 / 70
	Намыв	—	—	—	—	512 / 70	860 / 74	989 / 97	630 / 101	2 000 / 169	1 900 / 125	—	—	1 015 / 105
4	Центральный. Выемка	227 / 26	—	—	151 / 29	600 / 42	885 / 61	782 / 57	718 / 50	293 / 23	262 / 21	221 / 22	112 / 8	575 / 42
5	Карамышевский. Выемка	445 / 76	188 / 43	—	—	106 / 10	382 / 66	800 / 83	1 000 / 108	974 / 72	780 / 55	740 / 54	344 / 24	756 / 87
	В среднем по Строительству	375 / 94	255 / 42	1 285 / 84	590 / 57	610 / 48	820 / 77	705 / 68	845 / 73	700 / 58	605 / 53	592 / 51	247 / 20	705 / 62

Примечание. Числитель показывает суточную производительность, знаменатель — часовую.

достигала в среднем около 900 $м^3$/*сутки*, а отдельные землесосы дали даже значительно более высокую выработку. Установка № 211 с одним установленным землесосом Мелитопольского завода 400 $м^3$/*час* показала за отдельные сутки производительность, данные о которой приведены в табл. 49.

Таблица 49

Дата	Производительность землесоса 400 $м^3$/*час*	То же для землесоса, приведенного к 800 $м^3$/*час*
25 августа	1 065	2 110
26 „	2 460	4 920
27 „	1 800	3 600
28 „	2 180	4 360

Установка № 201 также с одним землесосом 400 $м^3$/*час* 29 августа дала производительность 1 621 $м^3$ или 3 242 $м^3$ на приведенный землесос. Установка № 191 района „Техника" на каждый землесос 800 $м^3$/*час* выработала за 11 и 24 октября по 1 700 $м^3$, а установка № 192 за 20 октября 2 390 $м^3$ и 11 октября — 2 012 $м^3$.

В Карамышевском районе при надлежащей организации работ средняя производительность большого землесоса в отдельные декады была доведена до 1 720 $м^3$, а за отдельные дни один землесос давал: на установке № 101 — 25 августа — 3 750 $м^3$, 26 августа — 2 860 $м^3$, 29 августа — 2 850 $м^3$, 1 сентября 2 850 $м^3$ и на установке № 102—4 сентября — 2 239 $м^3$.

На срезке правого берега Москва-реки при средней годовой выработке в 1 060 $м^3$ в сутки на установке № 107 дано 25 августа — 2 571 $м^3$, 28 августа — 2 769 $м^3$, 29 августа — 2 264 $м^3$, 30 августа — 2 974 $м^3$ и 31 августа — 5 852 $м^3$.

Установка № 108, оборудованная одним малым землесосом Мелитопольского завода, дала рекордные по всему Строительству выработки, указанные в табл. 50.

Таблица 50

Дата	Производительность землесоса 400 $м^3$/*час*	То же для землесоса, приведенного к 800 $м^3$/*час*
25 августа	1 623	3 246
26 „	1 360	2 720
27 „	2 040	4 080
29 „	1 614	3 228
30 „	3 084	6 168
31 „	3 030	6 060

Эти данные показывают, каких результатов можно достигнуть даже помощью современных несовершенных землесосов при правильной организации труда.

Достигнутая рекордная производительность землесоса в 6 000 $м^3$/*сутки* соответствует коэфициенту использования в 94% и расходу воды 3 $м^3$ на 1 $м^3$ грунта.

2. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ РАБОЧЕГО В СМЕНУ

Средняя производительность рабочего в смену на работах, выполненных способом гидромеханизации, по выемке была: в 1935 г. — 22 *м*³, в 1936 г. — 22,5 *м*³, а по намыву в 1935 г. — 10 *м*³, в 1936 г. — 13,7 *м*³. По месяцам и отдельным районам эта средняя производительность колебалась весьма значительно, как видно из табл. 51.

Таблица 51

№ п/п	Районы	Род работы	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Средн. за весь год
	А. ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ														
1	Волжский	Намыв	—	—	.	—	—	8,1	16,5	19,2	12,6	11,9	13,3	5,1	13,7
2	„Техника“	Выемка	—	—	—	—	—	15,4	23,8	17,4	—	—	—	—	20,6
		Намыв	—	—	—	—	—	11,4	16,9	14,6	7,8	13,4	14,9	—	12,5
3	Оревский	Выемка и намыв	4,8	2,2	7,3	5,8	15,3	42,5	38,0	42,0	59,5	34,5	—	—	16,5
4	Центральный	Выемка	11,4	—	9,5	5,4	23,2	19,6	15,6	22,0	12,0	10,0	15,8	6,3	16,9
5	Южный	Намыв	—	—	—	—	19,9	66,7	91,0	33,3	36,2	19,1	—	—	34,0
6	Карамышевский	Выемка	19,0	5,6	—	—	—	37,0	70,0	48,6	34,6	25,7	17,0	7,9	31,8
	По земляным ваботам		10,6	2,8	7,3	5,7	18,8	22,2	23,6	26,1	18,3	16,8	15,8	6,6	18,7
	Б. ПО ДОБЫЧЕ ГРАВИЯ														
7	Южный	—	7,8	8,3	6,0	8,8	12,0	13,5	9,6	9,1	7,5	5,5	1,0	9,0	10,3
8	Икшинский	—	—	—	—	5,2	15,0	15,3	29,2	35,0	16,9	14,9	—	—	19,5
	По карьерам		7,8	8,3	6,0	8,5	13,7	14,7	24,0	24,0	14,0	10,9	—	—	18,1

Примечание. При вычислении производительности рабочего учитывался весь объем размытого грунта, включая профильную и непрофильную кубатуру. При учете только профильной кубатуры производительность рабочего — 17 *м*³ за смену.

Достигнутая производительность рабочих при выполнении земляных работ способом гидромеханизации хотя и значительно превосходит производительность, получаемую при других способах производства работ, однако далеко не является предельной для этого способа. Правильная организация работ, расстановка рабочих, материальное стимулирование их работы, а главное широкое применение методов социалистического соревнования, ударничества и стахановских методов работы дает возможность при той же технической вооруженности значительно повысить производительность рабочего как по размыву, так и по намыву грунта.

Как видно из приведенной таблицы, наибольшая среднесуточная производительность рабочего была достигнута на установках Карамышевского района — 31,8 *м*³, причем за летние месяцы она доходила до 34,6 и 70,0 *м*³. Высокая производительность рабочего в 34 *м*³ достигнута также на установке по намыву пазух шлюза № 7 Южного района (из-за удачных естественных условий работа была частично выполнена самотеком). Более равномерной была производительность рабочего на установках по намыву — в среднем 13,7 *м*³.

3. РАСХОД ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Удельный вес стоимости электроэнергии в работах, выполненных способом гидромеханизации, составляет на Строительстве в среднем около 43%, достигая в отдельных случаях 50% от общей стоимости работ.

Среднегодовой расход электроэнергии в *квт-ч* на 1 *м*³ размытого грунта получился следующий:

а) в 1935 г. на земляных работах 4,5
б) „ 1936 „ „ „ „ 8,6 и на добыче гравия — 14,7

Увеличение удельного расхода электроэнергии в 1936 г. всецело объясняется значительно более тяжелыми условиями работ, например грунт приходилось качать землесосами на большие расстояния и на значительную высоту, что требовало двойной, а иногда и тройной перекачки.

Отдельные установки дали в 1936 г. сравнительно небольшие отклонения от средней величины в 8,6 *квт-ч* на 1 $м^3$ размытого грунта. Исключением являются работы по намыву Волжской плотины, где было затрачено максимальное количество электроэнергии (в среднем 14,8 *квт-ч* на 1 $м^3$) в основном вследствие плохой организации работ и наличия перекачки.

По абсолютному количеству потребляемой электроэнергии гидромеханизация в общем расходе энергии на Строительстве занимала одно из первых мест. В 1936 г. установками гидромеханизации было израсходовано около 56 млн. *квт-ч* или 35% от общего расхода электроэнергии Строительством. В отдельные месяцы во время максимальной выработки потребление энергии установками доходило до 10 млн. *квт-ч* в месяц, превышая общий расход Строительства на все прочие нужды.

4. СТОИМОСТЬ РАБОТ ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ

Несмотря на позднюю организацию установок и малоблагоприятные для гидромеханизации естественные условия, стоимость работ, выполненных способом гидромеханизации, оказалась значительно меньше стоимости всех других применявшихся на Строительстве методов земляных работ.

Так, по данным ликвидационного отчета Строительства средняя единичная стоимость выполнения 1 $м^3$ земляных работ на Строительстве канала различными способами составляла:

1. Выемка грунта взрывами на вымет . . . . 5 р. 08 к.
2. " " экскаваторами в среднем . . . . 4 " 27 "
3. " " " с автотранспортом . . . . 5 " 17 "
4. " " " с железнодорожным транспортом . . 4 " 12 "
5. " " " на вымет . . . . 1 " 23 "
6. " " малой механизацией . . . . 3 " 98 "
7. " " вручную с отвозкой грабарками . . . . 3 " 85 "
8. " " " " " мехкрючниками . . . . 3 " 47 "
9. " " " " " тачками . . . . 3 " 07 "
10. " " способом гидромеханизации . . . . 2 " 20 "

В 1936 г. средняя стоимость 1 $м^3$ грунта, разработанного способом гидромеханизации, достигала по выемке 2 р. 48 к., по намыву 4 р. 12 к. и по добыче гравия 10 р. 65 к., по месяцам стоимость эта колебалась следующим образом:

	Выемка	Намыв	Добыча гравия		Выемка	Намыв	Добыча гравия
Январь	2—69	—	9—78	Июль	2—54	2—58	9—90
Февраль	4—91	—	23—59	Август	2—29	4—41	12—10
Март	2—77	—	5—17	Сентябрь	2—06	4—72	8—86
Апрель	3—11	—	6—83	Октябрь	2—12	4—46	11—35
Май	1—55	3—57	8—59	Ноябрь	3—09	5—39	21—40
Июнь	2—24	3—07	8—59	Декабрь	12—85	13—90	—

Из приведенных цифр видно, что среднегодовая стоимость работ, выполненных способом гидромеханизации, не всегда характерна для этого способа, так как отражает и влияние дорогой зимней работы и другие иногда случайные условия работы. Так, в 1936 г. стоимость выемки 1 $м^3$ грунта на ряде установок в отдельные месяцы составила:

		Среднегодовая
В Оревском районе	1 р. 42 к.	1 р. 43 к.
" Центральном районе	1 " 63 "	2 " 05 "
" Карамышевском районе	1 " 66 "	1 " 79 "

Распределение стоимости 1 $м^3$ выработки по отдельным расходным статьям дано в табл. 52.

Таблица 52

№ п/п	Статьи расхода	В % от общей стоимости	
		по выемке	по намыву
1	Заработная плата	17,2	17
2	Эксплоатационные материалы	7,2	4
3	Электроэнергия	42,7	36
4	Текущий ремонт	3,6	2
5	Амортизация	20,8	22
6	Монтаж, демонтаж и прочие расходы	8,5	19
	Итого на 1 $м^3$	100,0	100,0

Стоимость добычи 1 $м^3$ гравия гидравлическим способом также оказалась значительно ниже стоимости гравия, добытого другими способами. По Галициновскому карьеру южного района — 7 р. 77 к. за 1 $м^3$ и по Игнатовскому карьеру Икшинского района — 13 р. 03 к. за 1 $м^3$ при средней стоимости гравия по всему Строительству около 25 р. за 1 $м^3$.

5. ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ И РОСТА ГИДРОМЕХАНИЗАЦИИ В СССР

Опыт применения гидромеханизации на строительстве канала Москва — Волга по существу является первым опытом массового применения гидромеханизации в самых разнообразных природных и производственных условиях и при этом в условиях, достаточно трудных для способа гидромеханизации.

Поэтому полученные результаты свидетельствуют о том, что гидромеханизация может применяться в весьма широких масштабах и притом с высоким экономическим эффектом.

При осуществлении гидромеханизации на канале Москва — Волга столкнулись со следующими основными трудностями:

1. Отсутствие опробованного и надежного оборудования.

2. Отсутствие кадров.

3. Выбор наиболее совершенных способов производства работ с одновременными весьма ответственными производственными задачами.

Последнее обстоятельство требовало от работников отдела гидромеханизации смелого решения при применении совершенно новых для нашей страны способов производства работ и притом в условиях исключительно ответственных.

Канал Москва — Волга дал работникам гидромеханизации целый ряд уже в той или иной мере разрешенных вопросов, которые несомненно облегчат дальнейшее внедрение гидромеханизации.

Прежде всего работникам канала Москва — Волга удалось изучить не только недостатки основного механизма применяемого при гидромеханизации землесоса, но и найти пути устранения этих недостатков.

Уже в 1937 г. работник отдела гидромеханизации (инж. Мороз) запроектировал новый землесос ЗГМ-1, который в том же году был изготовлен на Дмитровском заводе, а в 1938 г. этот тип землесоса был испробован на разнообразных работах на строительствах Волгостроя и Юго-Восточной гавани.

Достаточно большой опыт работы 1938 г. подтвердил, что землесос ЗГМ-1 является весьма хорошей машиной как по своим механическим, так и гидравлическим качествам.

Работы гидромеханизации на строительстве канале Москва — Волга дали возможность разрешить некоторые вопросы технологии производства работ по размыву, гидротранспорту и укладке грунта в отвалы и намыву ответственных гидротехнических сооружений.

При разработке грунта впервые были применены и освоены пловучие землесосные установки на плашкоутах, которые в дальнейшем были усо-

вершенствованы и в виде пловучих земснарядов произвели на строительстве Юго-Восточной гавани основные земляные работы.

Применение гидроэлеваторов в виде вспомогательных механизмов — при углублении котлованов для опускания плашкоутов, а также как самостоятельных механизмов при разработке гравийных карьеров — дало несомненный толчок к их дальнейшему изучению и совершенствованию.

Тем самым оказалось возможным разбить две неверные и диаметрально противоположные точки зрения относительно выгодности применения гидроэлеваторов. По одной из них к.п.д. гидроэлеватора чрезвычайно низок — около 0,05, а по другой очень высок — от 0,40 до 0,50, между тем как в действительности он не превышает 0,28 (см. стр. 180).

В процессе намыва, в таком масштабе впервые применявшегося в СССР, был разрешен ряд задач.

Например при намыве Иваньковской земляной плотины на Волге были применены различные способы выпуска пульпы: из конца труб полным сечением, из мелких выпусков $d = 150$ *мм* и из отверстий в стенках труб, что дало возможность оценить основные преимущества и недостатки каждого из этих способов. При этом впервые было произведено перекрытие русла реки путем намыва песков в воду при наличии каменного банкета, преграждающего реку.

При намыве Сестринских дамб был также впервые в СССР применен такой материал, как суглинок. Оревские дамбы намыты на торфяном основании, которое обычно считалось совершенно непригодным. К тому же необходимо отметить, что при намыве Оревских и Сестринских дамб были намыты также их верхушки, которые обычно насыпаются вручную.

Но если в настоящее время мы уже можем говорить, что является основным в деле технологии производства работ, то ответа на вопрос, какие же схемы по организации производства работ являются наиболее совершенными, мы все же пока еще не имеем.

Поэтому основная задача работников гидромеханизации на ближайшие годы и заключается в том, чтобы найти эти наиболее совершенные способы производства работ, которые дали бы возможность получить от гидромеханизации все те исключительно большие возможности, которые в ней заложены.

Внедрение гидромеханизации на Москваволгострое сильно запоздало. Поэтому способом гидромеханизации на этом строительстве выполнено только 5,1% от общего объема земляных работ. Но на новых строительствах гидромеханизация начинает занимать уже то место, которое по праву ей принадлежит. На Волгострое гидромеханизация должна выполнить не менее 20% от общего объема земляных работ (хотя следует заметить, что и на этом строительстве делу гидромеханизации вначале также не уделили достаточного внимания и гидромеханизацией занялись только после того, как основные работы уже выполнялись другими способами производства работ). На строительстве Юго-Восточной гавани земляные работы в основном выполняются способом гидромеханизации.

Масштабы гидромеханизации на строительстве Куйбышевского гидроузла исключительно грандиозны. Громадные объемы земляных работ на этом строительстве могут быть выполнены в основном только способом гидромеханизации.

Из общего объема запроектированных земляных работ этой стройки в 214,5 млн. $м^3$ на долю способа гидромеханизации приходится 188,5 млн. $м^3$, т. е. 87,9%, из них насыпи — 77,9 млн. $м^3$, в том числе земляная плотина на Волге объемом 50,0 млн. $м^3$ [1] и выемки — 110,6 млн. $м^3$.

Однако гидромеханизация может применяться не только в строительстве. Гидромеханизация должна наконец прочно войти в ту область народного хозяйства, где она и зародилась — в горнорудную.

---

[1] По данным проектного задания.

Гидромеханизация с ее высокой производительностью труда, дающая попутно обогащение полезных ископаемых, должна дать наибольший эффект при добыче полезных ископаемых. Опыт добычи способом гидромеханизации гравия и песка на канале Москва — Волга блестяще это подтвердил.

Это в одинаковой степени должно относиться и ко всей остальной основной массе полезных ископаемых — золото, уголь, олово, марганцевая руда, ряд железных руд, фосфориты, мергели и мел для цементной промышленности, каолины, бокситы, ряд медных руд, ряд редких металлов и т. д., которые могут и должны разрабатываться способом гидромеханизации, давая государству новые миллионы тонн сырья высокого качества и низкой стоимости. Первые опыты в этом направлении целиком и полностью подтверждают эти предположения.

Опыт работы на Кричевском цементном заводе по разработке способом гидромеханизации мела, опыт добычи марганца в Никополе в подземных условиях (осуществленный по предложению работников отдела гидромеханизации канала Москва — Волга инженеров Шохрина и Ильинского), начатые работы по гидромеханизации добычи золота, добычи угля дают уже хорошие показатели, которые в кратчайшие сроки без сомнения будут умножены и расширены.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРОЕКТ ИНСТРУКЦИИ ПО ВОЗВЕДЕНИЮ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ ЗЕМЛЯНЫХ СООРУЖЕНИЙ НАМЫВНЫМ СПОСОБОМ[1]

I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

§ 1. В современной практике „намывным сооружением" — плотиной или дамбой[2] — называется сооружение, при возведении которого грунт транспортируется, распределяется и укладывается в сооружение текущей водой (способ гидромеханизации).

§ 2. Работы по возведению намывных плотин состоят из следующих трех операций:

1) разработки грунта в карьере;

2) транспортирования грунта до места, предназначенного под сооружение, и

3) транспортирования грунта в пределах самого сооружения с распределением и укладкой его в тело сооружения — намыв.

Из § 1 следует, что первые две операции могут быть выполнены любым механизированным способом.

Приводим возможные схемы работ по разработке карьеров и транспортированию грунта до сооружения при возведении плотин намывным способом (табл. 53).

Таблица 53

Разработка грунта в карьере	Транспортирование до сооружения	Примечание
1. Гидромониторами или рефулерами (с разрыхлителями)	Гидравлич. транспорт по трубам или по лоткам а) с применением механизмов б) самотечный	
2. Экскаваторами или скреперами	а) на железнодорожных платформах б) на автомашинах в) по ленточным транспортерам г) другие способы	Грунт транспортируется до приемника, от которого дальнейшая транспортировка гидравлическая

§ 3. Намывные плотины бывают следующих видов:

а) с ядром;

б) из однородного материала (без ядра);

в) из однородного материала с вертикальными жесткими диафрагмами.

Профиль намывной плотины с ядром состоит из трех частей:

1) ядро (в центре или несколько сдвинуто к верховому откосу) выполняется из наиболее мелких фракций, уплотнившихся под водой в „пруде-отстойнике" (из глины, ила, пыли и мелкозернистых песков); является водонепроницаемой частью земляной плотины;

2 и 3) боковые призмы — верховая и низовая — состоят из более крупнозернистого материала (песок, гравий) и предназначены как для удержания ядра, так и для отвода воды из него во время намыва и по его окончании — в процессе уплотнения.

Профиль плотины без ядра в основном состоит из однородного материала из мелкозернистых и среднезернистых песков.

В плотине из однородного материала с вертикальной диафрагмой (последняя выполняется из металлического или деревянного шпунта)[3] грунт плотины — пески разной крупности — от мелкозернистых до крупнозернистых.

§ 4. Плотины с ядром возводятся при двухстороннем или одностороннем намыве с „прудом-отстойником". При этом односторонний намыв с ядром может быть осуществлен лишь при наличии со стороны противоположной намываемой упорной призмы в виде кавальера или бетонного устоя, стены (намыв к кавальеру, намыв пазух и др.).

---

[1] Проект, разработанный инж. Маловым А. Е. на основе опыта Москваволгостроя с использованием инструкций МВС и Волгостроя, а также других материалов, не претендует на исчерпывающую полноту и не подвергался широкому обсуждению среди специалистов. Ввиду большой важности данного вопроса последнее весьма желательно.

[2] В дальнейшем мы будем применять термин намывная плотина.

[3] Особенности намыва плотины со шпунтом здесь не рассматриваются.

§ 5. Плотины без ядер возводятся преимущественно способом одностороннего намыва без пруда-отстойника. При намыве же двухстороннем плотина без ядра может быть возведена либо из весьма однородных песков либо при намыве в воду, при котором фракционирование носит самый беспорядочный характер.

II. ТРЕБОВАНИЯ К ГРУНТАМ ДЛЯ НАМЫВНЫХ ПЛОТИН

§ 6. Учитывая опыт возведения намывных и полунамывных плотин в США и в СССР, годными для намыва плотин следует считать все те грунты, у которых кривые гранулометрического состава находятся между крайними кривыми, показанными на фиг. 119.

§ 7. Кроме того негодными для намыва признаются грунты, содержащие растительные остатки, а также загрязненные строительным или другим мусором.

§ 8. При намыве плотин в каждом отдельном случае применяются лишь те грунты, которые предусмотрены утвержденным проектом грунтов для каждой из частей плотины (ядро, упорные призмы).

а) Намывная плотина с ядром
Боковые упорные призмы
Крупно-зернистые и средне-зернистые пески
Ядро
б) Намывная плотина без ядра — однородная
Мелко-зернистые и средне-зернистые пески
в) Однородная плотина с вертикальной диафрагмой
Разно-зернистые пески
Диафрагма

Рис. 118. Схемы намывных плотин.

При этом если намыв производится из грунтов разных карьеров, предусмотренные пропорции между различными грунтами должны соблюдаться особенно тщательно.

§ 9. Плановое и высотное расположение карьеров по отношению к возводимому сооружению может быть самое разнообразное с тем однако, что их эксплоатация оправдывается с технико-экономической стороны. Карьеры, предназначаемые для разработки при намыве плотин, должны быть весьма тщательно исследованы в инженерно-геологическом отношении, для чего на них производится бурение по сетке не реже чем 25 × 25 *м* и на 1,5—2,0 *м* глубже предполагаемой разработки, причем образцы грунтов берутся в скважинах через каждые 0,5 *м* по высоте. При надводной разработке особо должен быть изучен режим грунтовых вод.

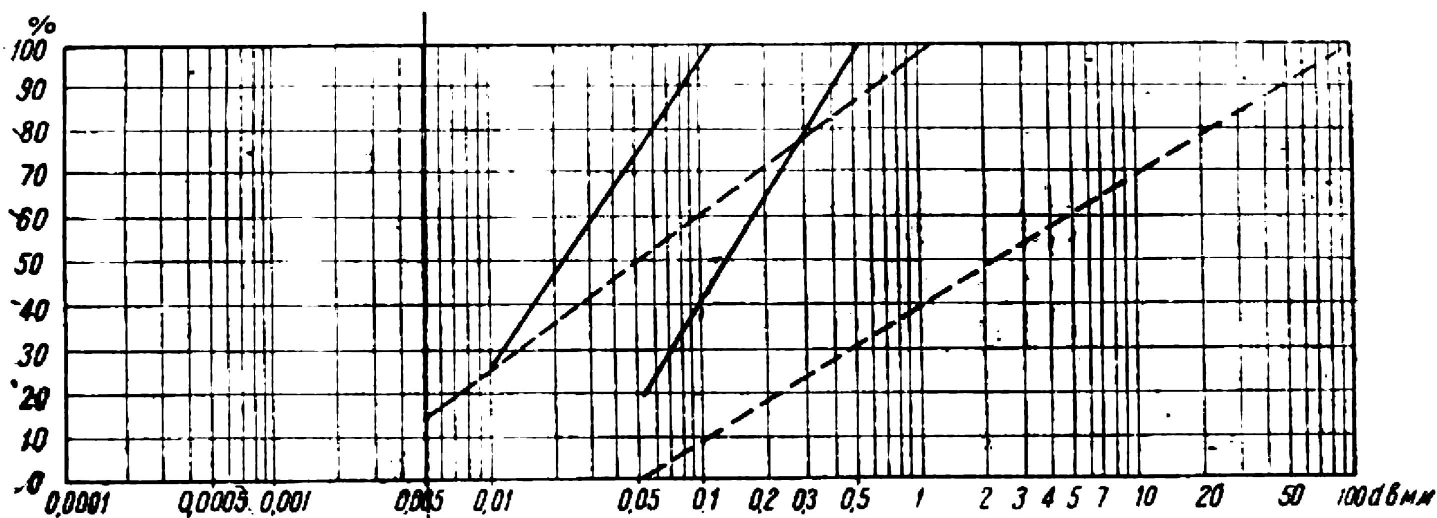


Рис. 119. Контрольные кривые гранулометрического состава грунтов карьеров, годных для намыва плотин и ядер плотин.

Примечание. Пунктиром показаны рекомендуемые границы гранулометрического состава карьерных грунтов, сплошными линиями — то же в отношении грунтов ядер намывных плотин.

§ 10. Лабораторные исследования грунтов карьеров проводятся так же, как и для грунтов, предназначаемых для плотин укатанных.

§ 11. По данным бурения и шурфования составляются подробные карты грунтов карьеров и на них должны быть особо отмечены участки карьеров, грунты которых признаны негодными для намыва.

§ 12. Карта грунтов утверждается вместе с проектом грунтов.

III. ПОДГОТОВКА ОСНОВАНИЯ

§ 13. Площадь участка основания должна быть тщательно расчищена от всякого мусора. Весь растительный слой на толщину дернового покрова должен быть снят и удален. Пни, а также отдельные корни тщательнейшим образом выкорчевываются и удаляются.

Всякие другие работы по расчистке основания — снятие и удаление тех или иных грунтов — производятся согласно проекту.

§ 14. Подготовка основания плотины, находящегося под водой, производится с помощью землечерпания или рефулирования согласно проекту.

§ 15. Для сопряжения тела намывной плотины с основанием не требуется никаких особых мероприятий, предусматриваемых для укатанных плотин, так как при намыве сопряжение происходит достаточно хорошее.

§ 16. До начала работ по намыву подготовленное основание (или часть его) осматривается и принимается комиссией с участием технической инспекции, о чем составляется специальный акт.

Примечания 1. Намыв на участках непринятого основания категорически воспрещается.

2. Во избежание задержки работ по намыву осмотр и прием основания должны производиться за 5—6 дней до начала работ по намыву.

3. Проверка готовности основания, находящегося под водой, производится путем промеров и взятия образцов грунта со дна, а также бурения по сетке, утверждаемой комиссией.

IV. РАЗРАБОТКА ГРУНТА В КАРЬЕРАХ

§ 17. До начала разработки карьеров их площадь очищается от всякого мусора и камней: производятся корчевка пней и снятие растительного слоя, а также удаление всех других поверхностных слоев, признанных негодными для целей намыва.

Примечания. 1. Грунты карьера, признанные негодными для намыва, могут либо не разрабатываться совершенно либо их следует направлять в специальные отвалы в тех случаях, когда по условиям разработки оставление их нетронутыми нецелесообразно.

2. Подводные карьеры очищаются и подготовляются к разработке путем землечерпания и рефулирования негодных грунтов в отвалы.

§ 18. Подготовленный к работе карьер должен быть осмотрен и принят комиссией с участием технической инспекции Строительства, о чем составляется акт, к которому прилагаются:

1. План карьера в горизонталях через 0,5 *м* в масштабе 1 : 500 — 1 : 1 000.

2. Утвержденная карта грунтов карьера с данными инженерно-геологических исследований:

а) продольные и поперечные геологические разрезы карьера;

б) разрезы по буровым скважинам и

в) результаты лабораторных исследований физико-механических свойств грунтов.

Примечания. 1. До осмотра и приемки карьера разработка его категорически воспрещается.

2. Во избежание задержки работ приемка карьера должна производиться за 5—6 дней до начала работ.

§ 19. Разработка грунта в карьерах может производиться способами, указанными в § 2.

§ 20. Разработка грунта как способами гидромеханизации, так и другими производится по специальным утвержденным инструкциям.

V. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ТРАНСПОРТ ГРУНТА[1]

§ 21. При возведении плотин намывным способом необходимо применение гидравлического транспортирования грунта в виде пульпы различной консистенции (см. § 1 и 2).

Гидравлическое транспортирование грунта разделяется на напорное — в трубах и безнапорное — в открытых лотках или канавах.

§ 22. Размеры труб или лотков назначаются на основе технико-экономических расчетов при техническом и рабочем проектировании, равно проектом же производится и выбор материала для труб и лотков.

Примечания. 1. Ввиду отсутствия в настоящее время окончательных данных по потерям напора при движении пульпы по трубам в зависимости от скорости движения, консистенции пульпы, крупности частиц грунта, рода материала стенок, а также вследствие отсутствия данных по износу труб в зависимости от упомянутых факторов точный технико-экономический расчет трубопроводов пока невозможен.

Для первоначальных оценочных подсчетов по потерям напора при гидротранспорте для труб $d = 250$ и $d = 300$ *мм* можно воспользоваться прилагаемыми графиками (фиг. 120, 121), полученными в лаборатории гидромеханизации Куйбышевского гидроузла[2].

2. Расчет лотков можно производить по формуле НИИГ[3]:

$$P = A\left(\frac{h}{h_{кр}}\right)^n\left(\frac{v_{кр}}{v_0} - 1\right)^3,$$

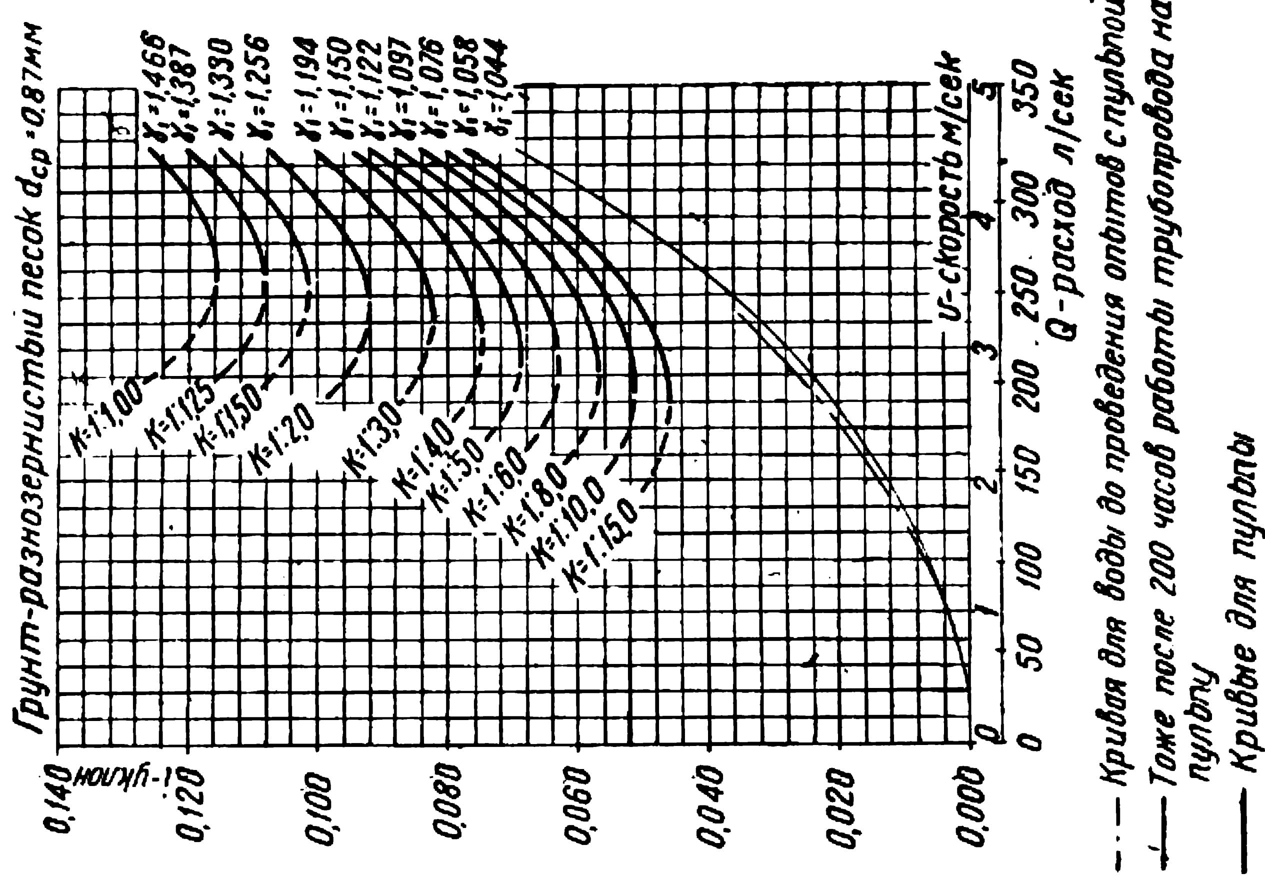
---

[1] Другие виды транспорта нами не рассматриваются.

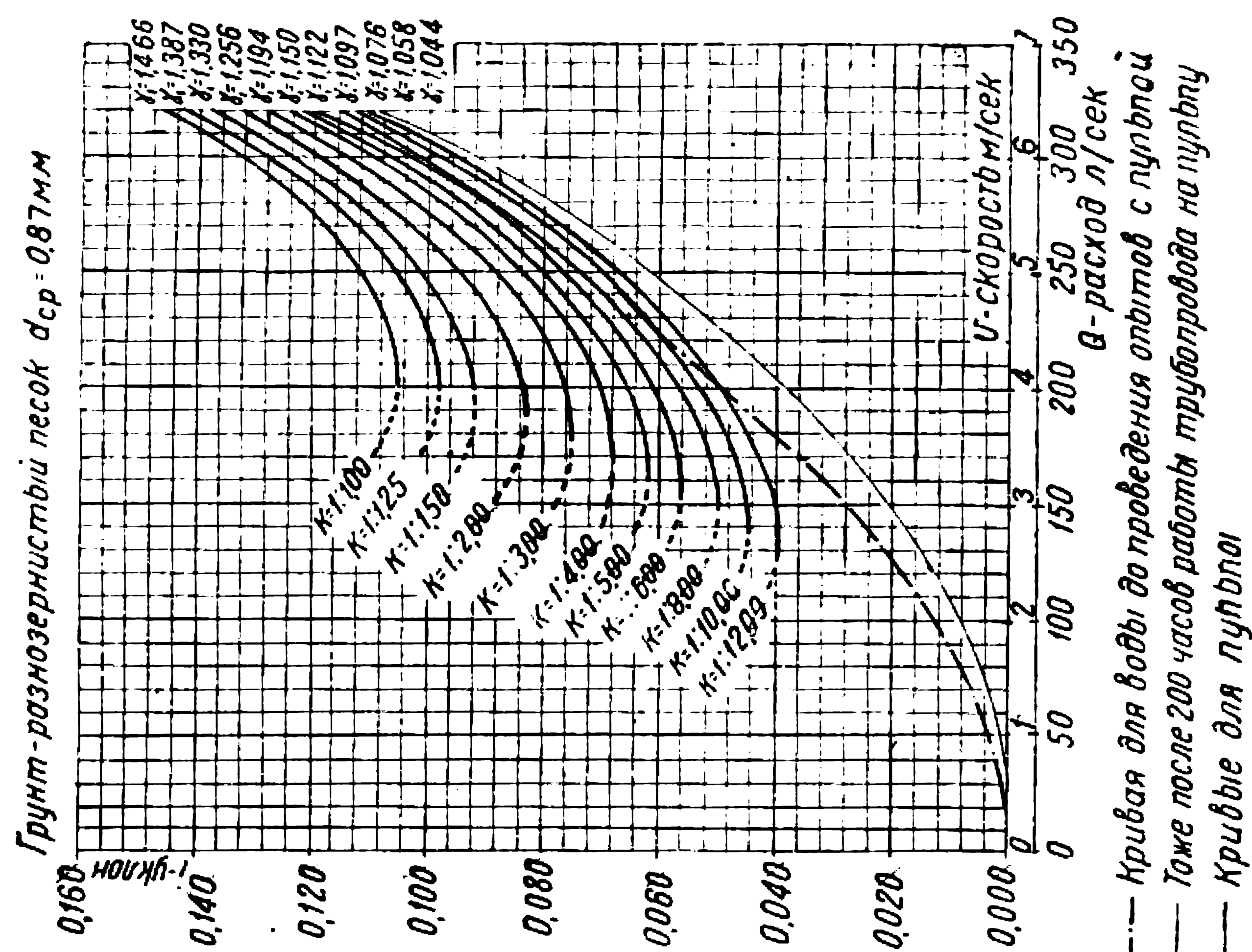
[2] Работа проведена ст. инж. А. Н. Климентовым.

[3] Научно-исследовательский институт гидротехники в Ленинграде. Работа проведена ст. научным сотрудником В. С. Кнорозом.

где P — процентное содержание по весу твердых частиц по отношению к воде;
$v_{кр}$ — расчетная скорость потока;
v_0 — величина скорости, при которой происходит начало взвешивания данного твердого материала;
$h_{кр}$ — расчетная глубина потока;
h — глубина в лотке при опытах.



Фиг. 121. Потери напора при транспортировании пульпы по железной трубе $d = 306$ *мм*.



Фиг. 120. Потери напора при транспортировании пульпы по железной трубе $d = 255$ *мм*.

Для песков средней крупности $d = 0{,}1$ *мм*; $A = 0{,}094$; $h = 0{,}2$ *м*; $v_0 = 0{,}3$ *м/сек*; $n = 0{,}5$.

Для песков средней крупности $d = 0{,}32$ *мм*; $A = 0{,}0107$; $h = 0{,}2$ *м*; $v_0 = 0{,}35$ *м/сек*; $n = 0{,}2$.

§ 23. Плановое и высотное положение магистральных и рабочих пульповодов — труб и лотков — устанавливается рабочим проектом, а укладка, а также перекладка труб и лотков производятся по специальной инструкции „Укладка и сборка пульповодов — труб и лотков".

§ 24. Распределительная сеть пульповодов, как правило, бывает из труб (до сего времени на МВС и Волгострое применяли деревянные звеньевые трубы).

§ 25. Пульповоды укладываются на деревянные эстакады, на которых обязательно должен быть сделан настил не менее чем из двух досок для обслуживания пульповодов. При высоте эстакады больше 3—4 *м* настил ограждается перилами.

§ 26. Для обслуживания пульповодов (текущий ремонт) выделяются специальные бригады плотников (или отдельные плотники), хорошо проинструктированные по укладке и сборке пульповодов. Плотники всегда должны иметь в запасе необходимые материалы для быстрого ремонта (на ходу) пульповода и несут полную ответственность за нормальную работу пульповодов.

Для ремонта трубопровода необходимы следующие запасные материалы:

а) Для постановки муфт:
1) клепка для муфт;
2) бандажи с башмачками, шайбами и гайками;
3) резина для прокладок;
4) пакля для прокладок;
5) сурик.

б) Для постановки хомутов:
1) хомуты с болтами, шайбами и гайками;
2) резина для прокладок;
3) пакля;
4) сурик.

При этом особое внимание должно быть обращено на обеспечение бригады, обслуживающей пульповоды, гаечными ключами необходимых размеров.

Примечание. Эта же бригада плотников производит наращивание труб или лотков выпусков, а также прочистку пульповода в случае его забивки.

VI. НАМЫВ ПЛОТИН И ДАМБ

§ 27. При двухстороннем намыве на месте пруда-отстойника образуется непроницаемая часть плотины — ядро и по его сторонам — боковые упорные призмы, внешние части которых состоят из более крупнозернистого материала, чем части, прилегающие к ядру. Гранулометрический состав ядра, а также упорных призм назначается проектом.

Примечание. В настоящее время предложено два способа расчета гранулометрического состава грунтов в ядре и во внешних призмах на основе гранулометрического состава грунта карьеров: 1-й способ инж. Г. Н. Роера, разделяющего плотину на 2 части — ядро и внешние призмы, и 2-й способ Волгостроя (сотрудник геотехнического отдела З. И. Константная), по которому плотина разделяется на ядро, промежуточную зону и боковые призмы.

Учитывая данные лаборатории гидромеханизации Куйбышстроя по намыву, нет нужды особо выделять промежуточную зону, ибо распределение грунта есть функция кроме всего прочего от удельных расходов при намыве, поэтому приведен лишь способ инж. Г. Н. Роера (см. стр. 218).

§ 28. При двухстороннем намыве плотин с ядром применяются две основные схемы подачи и распределения пульпы:

1-я схема — центральное или осевое расположение магистрального пульповода с намывом пульпы из поперечных выпусков. Эстакады, на которых проложены магистральный пульповод и выпуски, либо сооружаются полностью до начала намыва либо наращиваются в процессе намыва.

2-я схема — боковое расположение магистральных линий вдоль обоих откосов с намывом пульпы из поперечных выпусков[1].

Эстакады для магистральных линий и поперечных выпусков сооружаются как до намыва, так и в процессе намыва.

Обе схемы применяются как при напорном транспортировании пульпы — в трубах, так и при безнапорном — в лотках.

Выбор той или иной схемы, а равно высоты эстакад, определяющей высоту яруса плотины, намываемого при одном положении пульповода, производится проектировщиками на основе технико-экономических расчетов.

§ 29. При двухстороннем намыве плотин с ядром намыв производится одновременно с двух сторон и намыв только с одной стороны ни в коем случае не допускается.

§ 30. При одностороннем и двухстороннем выпуске пульпы намыв производится двумя способами:

1) намыв равномерно-распределенным выпуском пульпы:
а) намыв из мелких отверстий в стенках труб;
б) то же в стенках или в дне лотков;
в) то же из мелких выпусков и
2) намыв сосредоточенным выпуском пульпы.

§ 31. Намыв из мелких отверстий в стенках деревянных труб рабочего пульповода.

---

[1] При одностороннем намыве, как ясно из самого определения, трубы или лотки расположены с одной стороны.

Диаметр отверстий 30—40 *мм*. Расстояние между ними от 1,5 до 3,0 *м*. Расход каждого отверстия в зависимости от напора 2—5 *л/сек*.

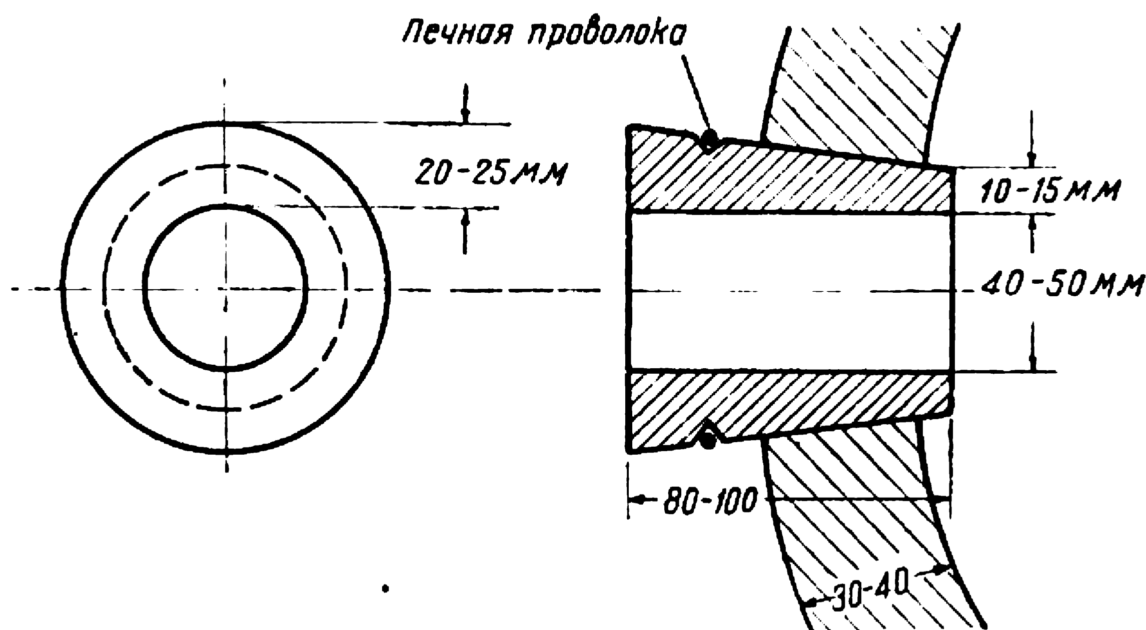
Основные недостатки способа:

1. Применение его ограничено небольшими расходами пульпы порядка 250—300 *л. с.* и небольшой длиной намываемого участка 100—150 *м*. Следовательно удельные расходы (на 1 *пог. м* фронта намыва) также невелики — 2,0—3,0 *л/сек*.

2. Так как обычно эти отверстия закрываются деревянными пробками, закрытие их при большом напоре нередко весьма сложно, что сильно затрудняет регулировку их работы.

3. Небольшие размеры отверстия сильно ограничивают допустимый диаметр фракций грунта, что требует специальной прочистки отверстий и принятия подчас сложных мер для предотвращения попадания этих частиц в рабочие пульповоды. Вследствие небольших размеров отверстий, а также из-за закрытия их торчащими внутри трубы пробками отверстия и отдельные участки труб весьма быстро забиваются, что нередко приводит к закупорке всего пульповода и вызывает остановку намыва для прочистки труб. Иногда при закупорке пульповода происходит и разрыв его в отдельных частях — при звеньевом трубопроводе.

Прочистка забившегося пульповода обычно производится во время подачи в него вместо пульпы напорной чистой воды путем простукивания кувалдой по трубам, начиная с незакупоренного участка. Нередко в процессе прочистки неизбежно устройство дополнительных дыр, которые сами по себе нежелательны (порча труб), а кроме того, будучи закрыты в последующем деревянными пробками, в свою очередь увеличивают опасность закупорки пульповода.



Фиг. 122. Деревянная насадка.

4. При расположении отверстий на одинаковой высоте от дна, начиная с первого работающего отверстия, происходит постепенное обеднение пульпы, тем самым профиль намываемого сооружения по длине получается неоднородный. Передняя часть по движению пульпы состоит из более крупнозернистого материала.

5. Сравнительно небольшая высота яруса, намываемого при одном положении пульповода (3—4 *м*), и невозможность намыва выше самого пульповода.

6. Так как отверстия в стенках труб ничем не защищены, то они под истирающим действием выпускаемой пульпы весьма быстро теряют свою первоначальную форму, что портит трубы и затрудняет закрывание отверстий.

§ 32. При намыве из отверстий в стенках трубопроводов необходимо применять следующие меры:

1. Предотвратить попадание в пульповод крупных фракций грунта, а также посторонних предметов, могущих закупоривать рабочие отверстия.

2. Обязательно предусматривать выпуск пульпы также из конца пульповода для его прочистки.

3. Отверстия для выпуска пульпы следует располагать на разной высоте от дна — при наибольшей высоте для первых отверстий и наименьшей — для последних (последние следует располагать у самого дна).

4. Расстояние между отверстиями в конце трубопровода соответственно сократить для получения одинаковой интенсивности по всей длине намываемого участка.

5. Во избежание порчи труб увеличивающимися в процессе намыва отверстиями применять деревянные насадки (фиг. 122).

6. Размер отверстий принимать от 30 до 50 *мм*.

§ 33. Равномерно-распределенный намыв из небольших отверстий в стенках и в дне лотков.

Отверстия обычно прямоугольной формы в стенках или щелевидные в дне. Площадь

отверстия до 100 $см^2$. Затворы в виде заслонок. Расстояние между отверстиями примерно такое, как и при намыве из отверстий в трубах. Расход отверстия от 2 до 10 *л/сек.*

Основные недостатки способа:

1. Недостаток, присущий любому пульповоду из лотков, а именно: необходимость постройки высокой эстакады для создания уклона, потребного для транспортирования ее по лоткам[1].

2. Неравномерное распределение грунта по крупности по длине намываемого участка.

3. То же, п. 5, § 31.

Применение этого способа может быть рекомендовано в особых случаях только для намыва сравнительно небольших плотин длиной не более 100—150 *м.*

§ 34. Равномерно-распределенный намыв из мелких выпусков. Диаметр выпусков — обычно деревянные звеньевые трубы — от 100 до 200 *мм*, расстояние между ними от 5 до 25 *м.* Расход выпусков от 10 до 250 *л/сек.* При расстояниях, начиная с 7 *м*, пульпа из выпусков должна выпускаться в распределительные лотки, из которых собственно и производится намыв. Для направления пульпы в лотки применяются тройники (деревянные). Для регулирования работы выпусков применяются задвижки типа МВС и системы инж. Х. М. Астежева (фиг. 99). (Как отмечено выше, обе задвижки имеют существенные недостатки.)

Намыв из выпусков деревянных труб по сравнению с описанным в § 31 и 33 имеет ряд преимуществ:

1) возможен намыв значительно большей высоты яруса при одном положении магистрального пульповода путем наращивания выпусков вверх от трубы;

2) из выпусков $d = 100—200$ *мм* можно производить намыв весьма крупных фракций, что значительно упрощает работу по отделению крупных фракций, необходимую при намыве из отверстий в стенках труб (и лотков);

3) отсутствие выступающих внутри трубы деревянных пробок, а также редкая засоряемость работающих выпусков позволяет полностью избежать закупорки пульповодов.

Основные недостатки намыва из мелких выпусков:

1) отсутствие вполне удовлетворительного типа затвора, что делает затруднительным нормальное регулирование работы выпусков;

2) при наращивании выпусков вверх от трубы в связи с необходимостью поддержания в выпусках скоростей, несколько бóльших, чем в магистральном пульповоде (во избежание забивки выпусков), потери напора в выпусках значительно возрастают, чем ограничивают их длину, а следовательно и высоту яруса, намываемого из одного положения;

3) то же, что и для намыва из мелких отверстий § 31, п. 4.

§ 35. При намыве из мелких выпусков для получения наиболее однородной плотины по длине, а также одинаковой интенсивности намыва по длине необходимо:

1. Располагать выпуска по винтовой линии — наибольшая высота от дна у первых выпусков, наименьшая — у последних.

2. Между первыми выпусками принимать наибольшее расстояние, между последними — наименьшее.

Кроме этого необходимо устройство выпуска пульпы из конца пульповода — § 32, п. 2.

§ 36. Намыв сосредоточенным выпуском пульпы из концов труб или лотков обычно применяется лишь при намыве в воду, при котором не достигается никакой закономерной классификации грунтов. Расходы пульпы отдельных выпусков достигают 300—400 *л/сек.*

При намыве насухо сосредоточенный выпуск может применяться лишь при весьма однородных грунтах карьера и притом для наименее ответственных сооружений.

Недостатки этого способа:

1. Отсутствие закономерного распределения грунта по крупности в теле плотины.

2. Сложность маневрирования большими расходами и опасность промыва обвалования.

3. Неравномерность намыва плотины — намыв отдельными конусами.

4. Частые перемывы ядра (образование песчаных языков) и невозможность поддержания нормального пруда-отстойника.

§ 37. Как при двухстороннем, так и при одностороннем намыве с той стороны, откуда выпускается пульпа, сооружаются так называемые ограждающие дамбочки, задачей которых является воспрепятствовать попаданию пульпы на наружные откосы.

Как правило, ограждающие дамбочки следует возводить из наиболее крупнозернистого материала.

Обычно их насыпают либо вручную либо с помощью дреглайнов[2] из намытого грунта внутренней части наружных призм.

§ 38. Размеры ограждающих дамбочек и качество их исполнения должны удовлетворять условиям безаварийности работ, поэтому их минимальная ширина поверху 0,6—0,8 *м* и высота 0,5—0,6 *м.*

Внешний откос ограждающей дамбочки определяется заданным откосом сооружения, а внутренний откос — его устойчивостью.

В теле ограждающих дамбочек не должно быть никаких посторонних предметов.

Ни в коем случае не допускается оставление щитов ни вдоль, ни тем более поперек дамбочек.

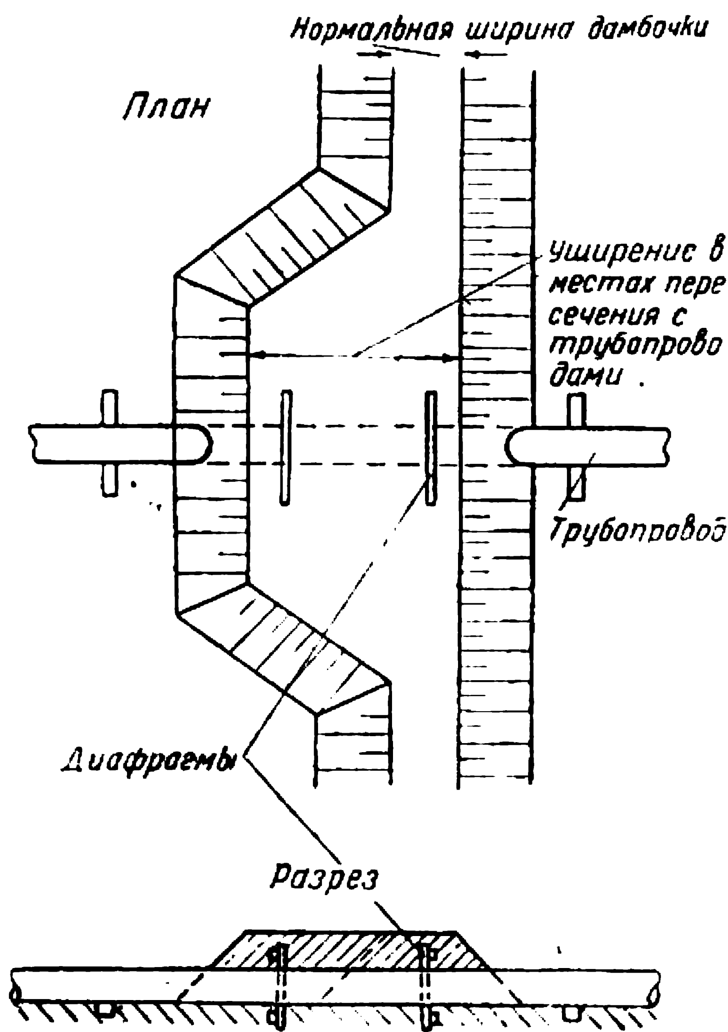
§ 39. При пересечении ограждающей дамбочкой трубопровода, уложенного на эстакаде,

---

[1] В противном случае все сооружение будет с уклоном вдоль лотков.

[2] Эти же дреглайны используются для монтажа, демонтажа и переноски труб и лотков и для разборки эстакад и т. д.

поперечные размеры дамбочки должны быть значительно увеличены. Элементы эстакады, пересекающие дамбочку, должны быть полностью удалены, а на трубе в пределах уширенного профиля дамбочки должны быть установлены диафрагмы из досок 30—40 *мм*. Участок дамбочки между диафрагмами насыпается с тщательной трамбовкой. Диафрагма подгоняется к трубе особо тщательно с проконопачиванием и осмолкой (фиг. 123).



Фиг. 123. Схема конструкции оградительных дамбочек в местах пересечения с трубопроводом.

Примечание. При соблюдении условий § 38 и 39 участок дамбочки, пересекаемый трубопроводом, должен все же находиться под самым тщательным наблюдением.

§ 40. Боковые упорные призмы желательно при намыве получить из наиболее крупнозернистого материала, уложенного в виде обратного фильтра, — от бровки откоса крупность частиц уменьшается.

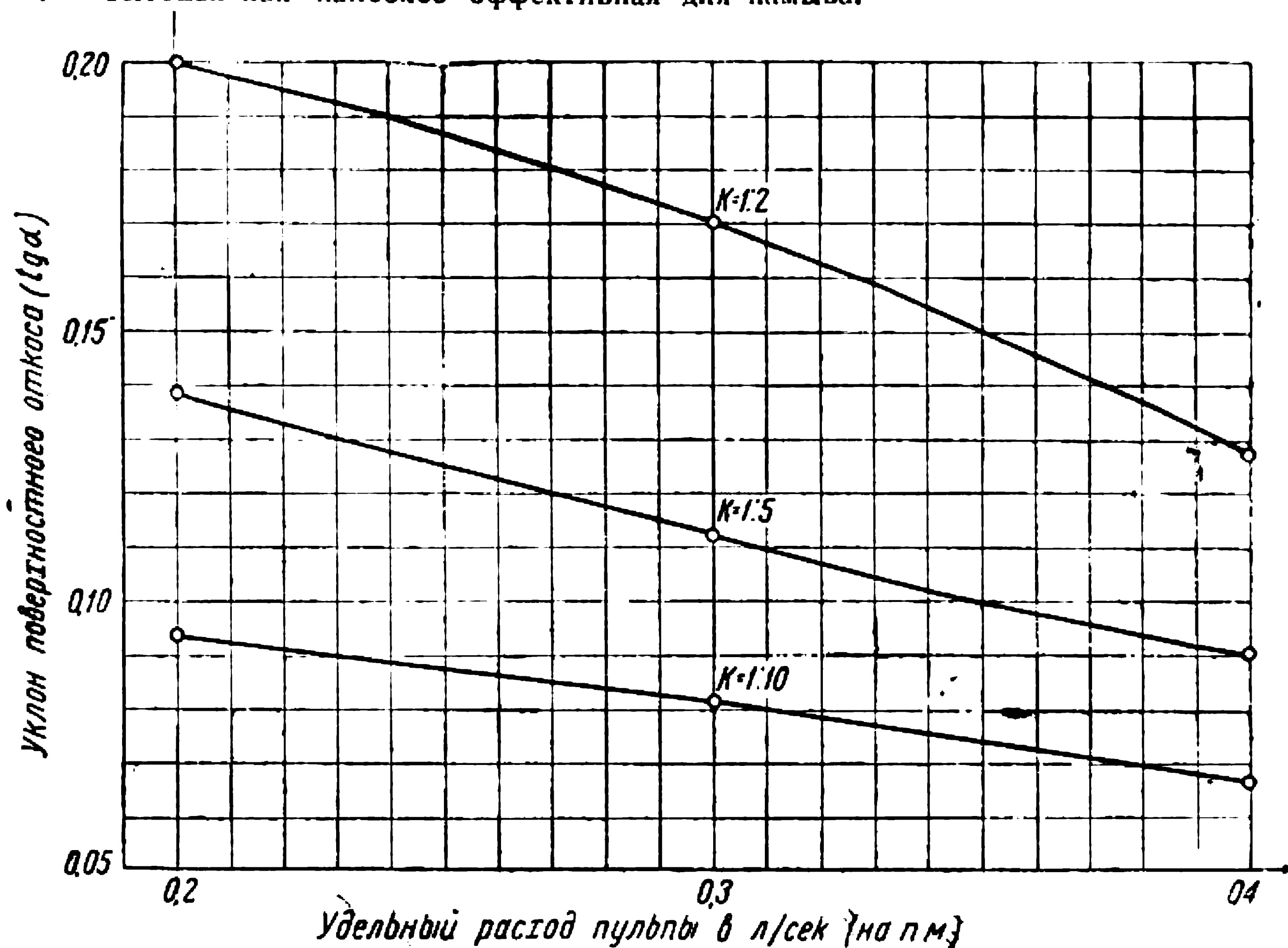
Крупность, а также классификация грунта вдоль по откосу устанавливается рабочим проектом намыва.

§ 41. Крутизна внутренних поверхностных откосов, а также классификация грунта вдоль по откосу зависит от крупности частиц, удельного расхода и консистенции пульпы (фиг. 124).

§ 42. Упорные призмы должны намываться равномерно с одинаковыми откосами и отметками верха по всей длине намываемого участка, линия уреза прудка должна быть прямой и параллельной оси плотины, что достигается регулированием работы отдельных выпусков, а также применением направляющих щитов (см. § 49).

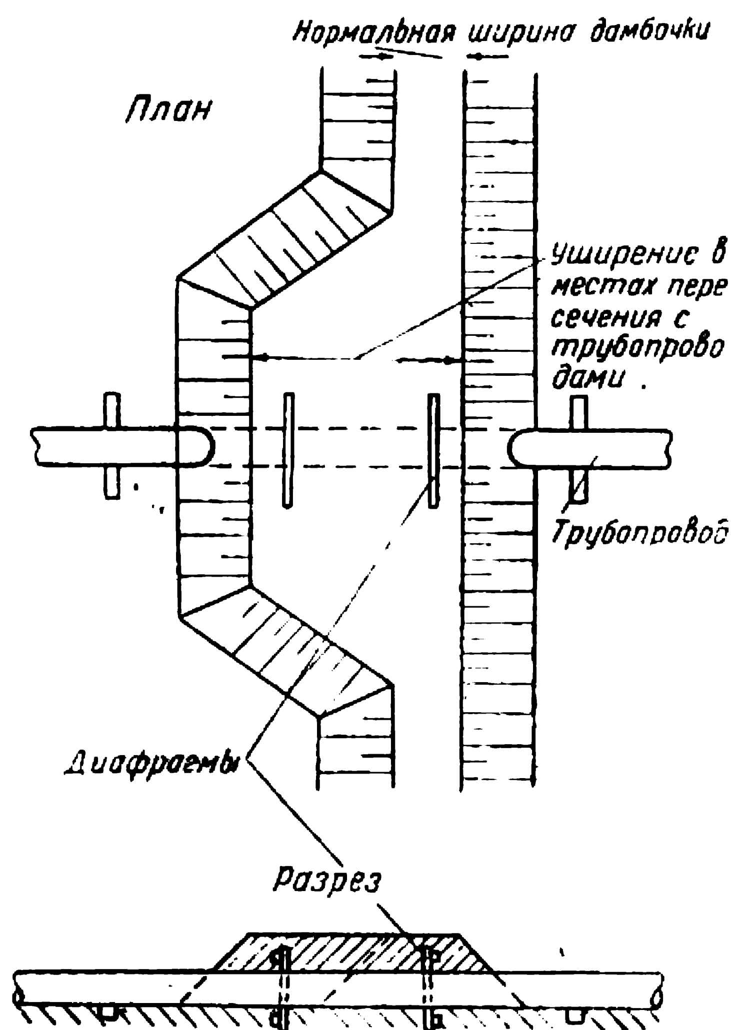
§ 43. Консистенция пульпы, как правило, должна быть более или менее постоянной как по времени, так и по длине намываемого участка. Способы достижения последнего см. § 32.

§ 44. Консистенция пульпы желательна достаточно высокая как наиболее эффективная для намыва.



Фиг. 124. Зависимость крутизны откосов от удельного расхода и консистенции пульпы (по опытам лаборатории гидромеханизации строительства Куйбышевского гидроузла).

поперечные размеры дамбочки должны быть значительно увеличены. Элементы эстакады, пересекающие дамбочку, должны быть полностью удалены, а на трубе в пределах уширенного профиля дамбочки должны быть установлены диафрагмы из досок 30—40 *мм*. Участок дамбочки между диафрагмами насыпается с тщательной трамбовкой. Диафрагма подгоняется к трубе особо тщательно с проконопачиванием и осмолкой (фиг. 123).



Фиг. 123. Схема конструкции оградительных дамбочек в местах пересечения с трубопроводом.

Примечание. При соблюдении условий § 38 и 39 участок дамбочки, пересекаемый трубопроводом, должен все же находиться под самым тщательным наблюдением.

§ 40. Боковые упорные призмы желательно при намыве получить из наиболее крупнозернистого материала, уложенного в виде обратного фильтра, — от бровки откоса крупность частиц уменьшается.

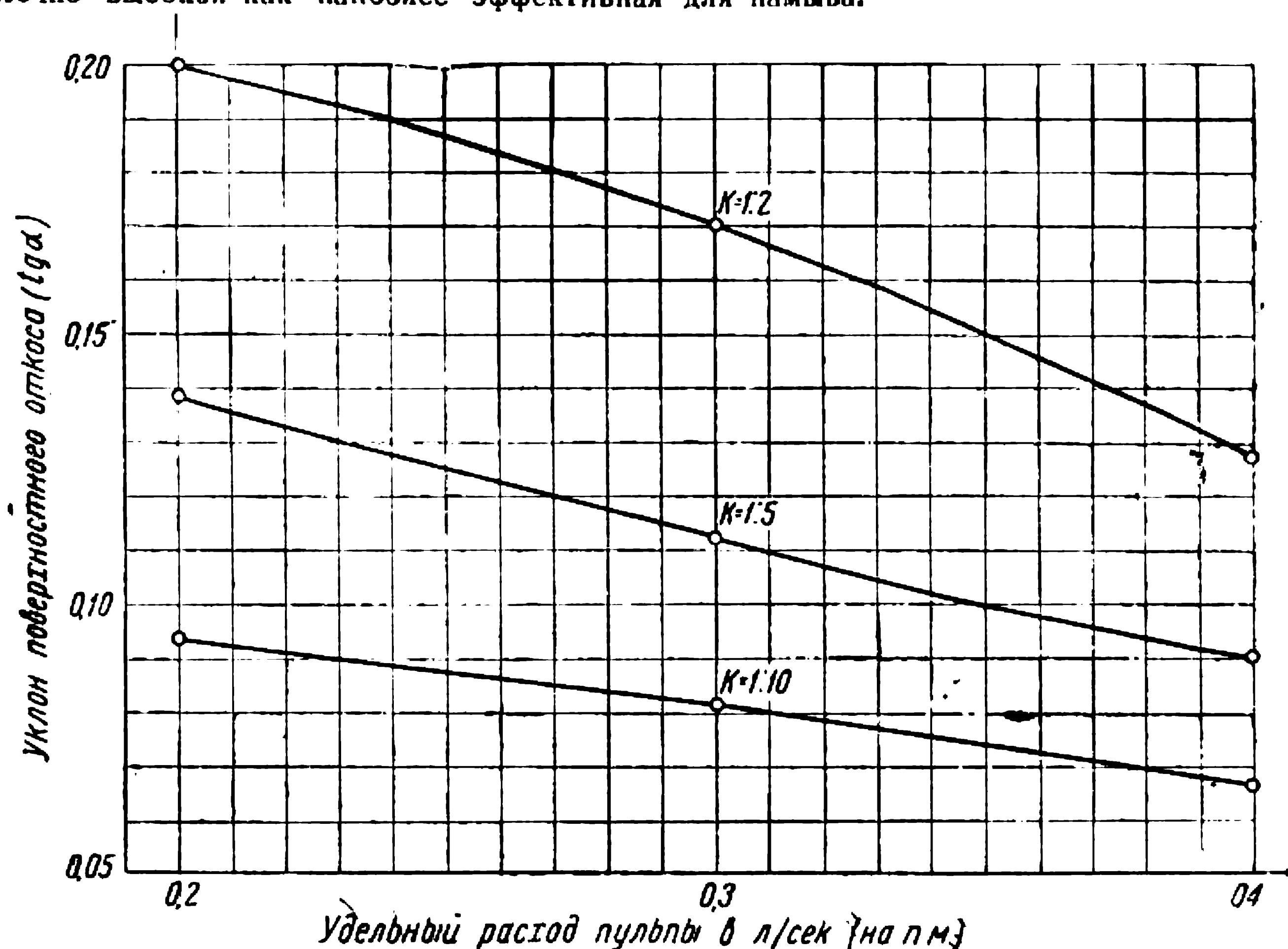
Крупность, а также классификация грунта вдоль по откосу устанавливается рабочим проектом намыва.

§ 41. Крутизна внутренних поверхностных откосов, а также классификация грунта вдоль по откосу зависит от крупности частиц, удельного расхода и консистенции пульпы (фиг. 124).

§ 42. Упорные призмы должны намываться равномерно с одинаковыми откосами и отметками верха по всей длине намываемого участка, линия уреза прудка должна быть прямой и параллельной оси плотины, что достигается регулированием работы отдельных выпусков, а также применением направляющих щитов (см. § 49).

§ 43. Консистенция пульпы, как правило, должна быть более или менее постоянной как по времени, так и по длине намываемого участка. Способы достижения последнего см. § 32.

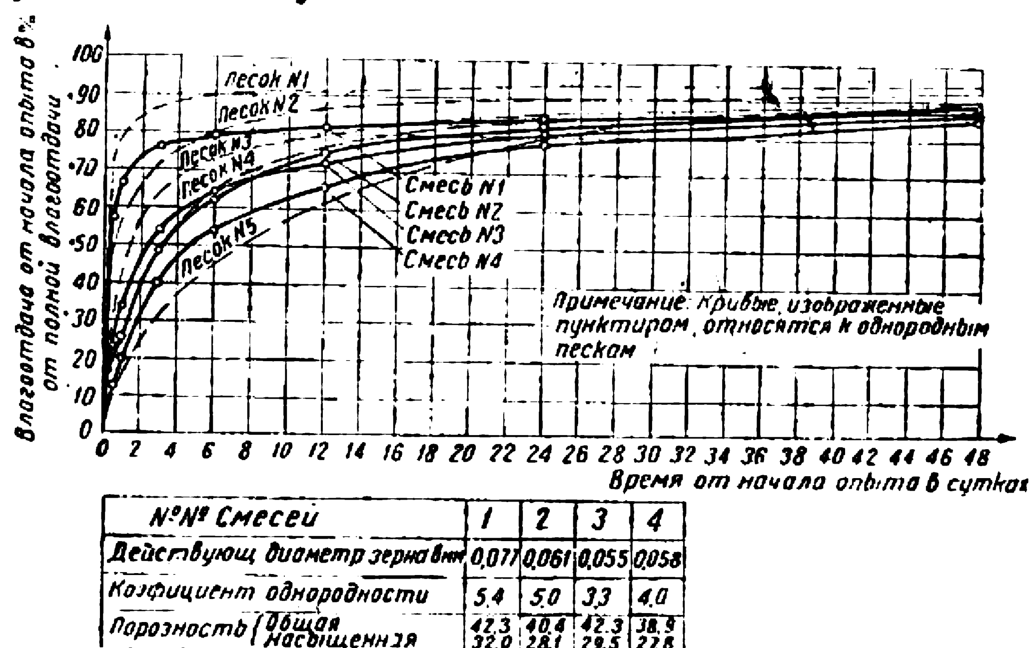
§ 44. Консистенция пульпы желательна достаточно высокая как наиболее эффективная для намыва.



Фиг. 124. Зависимость крутизны откосов от удельного расхода и консистенции пульпы (по опытам лаборатории гидромеханизации строительства Куйбышевского гидроузла).

В утвержденном рабочем проекте обязательно предусматривается минимально допустимая консистенция пульпы, так как при подаче пульпы слабой консистенции размываются (уполаживаются) ранее намытые откосы и размытый грунт — песок — сносится в пруд-отстойник (в ядро).

Примечание. По проекту обязательно предусматривается устройство дополнительных сбросов пульпы вне намываемого сооружения для сброса в отвал непригодных грунтов и во избежание подачи пульпы слабой консистенции на намываемое сооружение в том случае, когда прекращение подачи пульпы желательно.



№№ Смесей	1	2	3	4
Действующ. диаметр зерна в мм	0,077	0,061	0,055	0,058
Коэфициент однородности	5.4	5.0	3.3	4.0
Порозность { Общая	42.3	40.4	42.3	38.9
Порозность { Насыщенная	32.0	28.1	29.5	27.8

Фиг. 125. График хода влагоотдачи разнозернистых грунтов (по опытам лаборатории гидромеханизации Строительства Куйбышевского гидроузла).

§ 45. При невозможности осуществления одновременного намыва по всей длине плотины ее разбивают на участки или карты, число которых определяется длиной участка, подаваемым расходом пульпы и принятым для намыва удельным расходом.

§ 46. Интенсивность роста намываемого сооружения (или участка) допускается для разных грунтов различная, для крупнозернистых песков наибольшая и наименьшая — для тонкозернистых. Обычно суточный слой намыва около 20—30 *см*.

Примечание. Для примерного расчета интенсивности роста намываемого сооружения можно воспользоваться прилагаемым графиком хода влагоотдачи различных грунтов (фиг. 125).

§ 47. Устойчивость наружных откосов в процессе намыва зависит от коэфициента откосов, интенсивности намыва, а также крупности материала ограждающих дамбочек.

При устройстве ограждающих дамбочек из мелкозернистых песков откосы круче 1 : 4 оползают и их закрепление возможно путем устройства фильтрующей пригрузки гравия слоем 0,2—0,4 *м*.

§ 48. Другой мерой повышения устойчивости откосов является уменьшение суточной интенсивности намыва, а при делении намываемого сооружения на участки (карты, § 45) введение очередности их намыва: в то время как на одном участке идет намыв, на втором происходят стабилизация грунта и водоотдача.

§ 49. Для регулирования намыва при сосредоточенном выпуске пульпы из больших труб, а также при намыве из мелких выпусков во избежание концентрированных потоков пульпы вдоль откосов, приводящих к образованию языков в ядре, применяются переносные направляющие щиты. С их помощью можно добиться наиболее равномерного намыва по всему намываемому участку, а также предотвратить образование у наружного края упорных призм мелких застойных участков с отложениями мелкозернистых грунтов, уплотняющихся медленнее других соседних участков, т. е. так называемых „карманов“ и „зыбунов“. Также весьма удобны переносные щиты для предотвращения течения пульпы вдоль ограждающих дамбочек (фиг. 126).

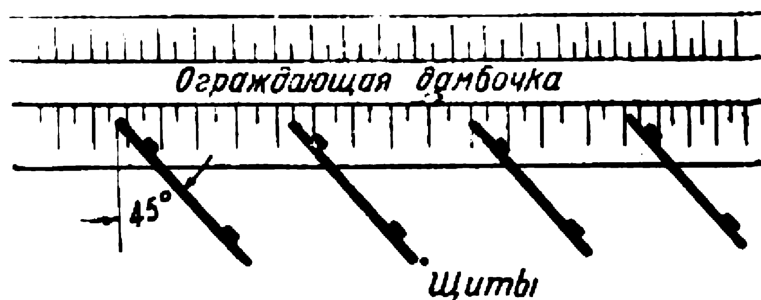


Рис. 126. Расположение направляющих щитов в плане.

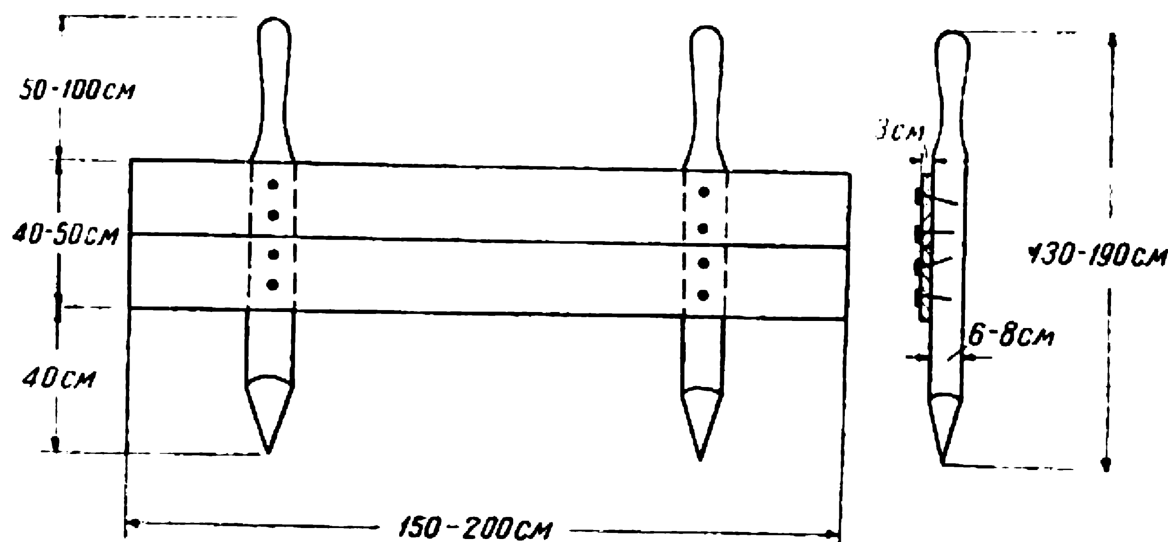
§ 50. Щиты лучше всего изготовлять из чистообрезных досок 30-*мм* толщины. Размеры щитов 1,5—2,0 *м* длиной и 0,4—0,5 *м* высотой. Для их перестановки служат скрепляющие щит планки с ручками высотой 0,5—1,0 *м* (фиг. 127).

§ 51. Щиты должны быть на строгом учете — пронумерованы, так как ни в коем случае не допускается оставление их в теле плотины.

В журналах намыва прорабы обязаны отмечать количество направляющих щитов, имеющихся на намываемом сооружении. Щиты, пришедшие в негодность, уничтожаются с ведома прораба, делающего об этом соответствующую запись в журнале намыва.

§ 52. Конструкция эстакад, порядок их разборки в процессе намыва, а также извлечения из тела намывной плотины по окончании намыва утверждаются проектом.

§ 53. Не допускается оставление в теле намывной плотины элементов эстакады (насадок, прогонов, подкосов и др.), направленных поперек плотины.



Фиг. 127. Переносный щит.

Элементы эстакад, направленные вдоль откосов плотины, а также вертикальные, например сваи и стойки, разрешается оставлять в теле намывной плотины лишь при условии, что это утверждено по проекту.

VII. ПРУД-ОТСТОЙНИК И ОТВОД ВОДЫ В ПРОЦЕССЕ НАМЫВА

§ 54. Размеры пруда-отстойника при намыве плотины с ядром определяются размерами ядра и составом грунтов ядра.

Так как при намыве почти невозможно добиться прямолинейности уреза воды пруда, а также избежать частичного оползания песчаных откосов в пруд, что приводит к образованию песчаных языков, размеры пруда в плане должны намечаться с определенным запасом.

Величина уширения зависит от крупности намываемых грунтов, удельного расхода, консистенции пульпы, а также от глубины прудка. Чем мельче грунты, больше удельный расход и слабее консистенция пульпы и глубже прудок, тем больший запас ширины необходим.

Например ширина пруда должна быть на 3—10 *м* больше запроектированной ширины ядра в данном сечении[1]. Глубина пруда определяется по расчету с тем, чтобы объем пруда обеспечил осаждение фракций, пригодных для ядра, а процент сброса частиц не превышал бы принятого. Средние скорости в пруде определяются для максимального расхода воды, т. е. для минимально допустимой консистенции пульпы (например при $K_{min} = 1:24$):

$$v_{cp} = \frac{0{,}96\,Q}{\omega},$$

где Q — расход пульпы, поступающей на сооружение[2];

ω — площадь живого сечения пруда.

Все размеры пруда — ширина, длина, максимальная и минимальная глубины — указываются в проекте организации работ.

§ 55. Во избежание перемыва ядра песком или образования так называемых „языков" ни в коем случае не допускается намыв при сужении прудка.

Равно во избежание выклинивания ядра в упорные призмы не допускается уширение или сдвиг в одну сторону зеркала пруда.

В первом случае сводится на-нет действие ядра как водонепроницаемой части плотины, а во втором появляется опасность обрушения упорной призмы от давления выклинивающегося ядра.

Примечание. В случае вынужденного временного уширения прудка при последующем намыве следует смыть все отложения мелких грунтов потоками пульпы.

§ 56. При намыве верхней части плотины в связи с сужением пруда для сохранения проектного состава грунтов ядра необходимо вести намыв с меньшими удельными расходами во избежание выноса мелких частиц из ядра и увеличения его водонепроницаемости.

---

[1] В том случае, когда намыв плотины производится также и с торцов, это относится и к длине прудка.

[2] Фильтрационный расход через боковые призмы, а также потери на испарение здесь не учтены и следовательно идут в запас.

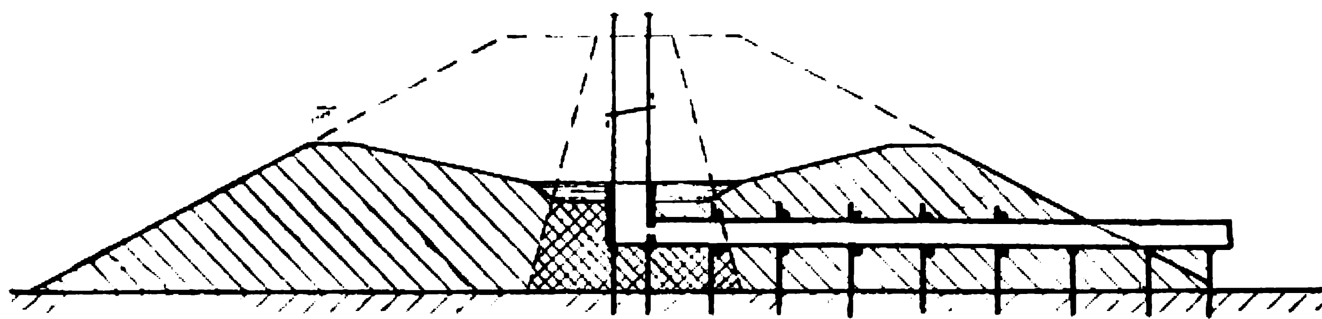
§ 57. Регулирование размеров пруда путем поддержания того или иного горизонта воды производится отводом осветленной воды.

Отвод осветленной воды из пруда производится двумя способами:

первый — с помощью обычных и шахтных водосливов и сифонов;

второй — путем откачки воды специальными насосами.

Во всех случаях осветленная вода должна забираться таким образом, чтобы в сброс уходили частицы грунта, предусмотренные по проекту.



Фиг. 128. Схема шахтного колодца с водоотводной трубой.

Кроме того отводные устройства должны давать возможность быстрого и надежного регулирования горизонта воды в прудке.

§ 58. Отвод воды обычными водосливами применяется при намыве сравнительно небольших размеров плотин, когда водослив можно устроить в коренном берегу.

Устройство водосливов в бровках упорных призм с дальнейшим отводом воды по лоткам или деревянным трубам, уложенным по откосу, также иногда применяется. Их применение обусловливает исключительную тщательность изготовления и укладки лотков или труб, а также тщательность сооружения водослива во избежание размыва откосов плотины и аварии в связи с этим.

Основной недостаток водосливов тот, что они могут обслужить очень небольшой ярус намыва по высоте, не более 1,0—1,2 *м*.

§ 59. Шахтные водосливы или колодцы с водоотводящей трубой в этом отношении более удобны, так как они могут обслужить ярус высотой до 10 *м* (фиг. 128).

§ 60. Шахтные водосливы, а равно водоотводные трубы должны быть надежной конструкции и их стенки рассчитываются на давление намывного грунта в жидком виде.

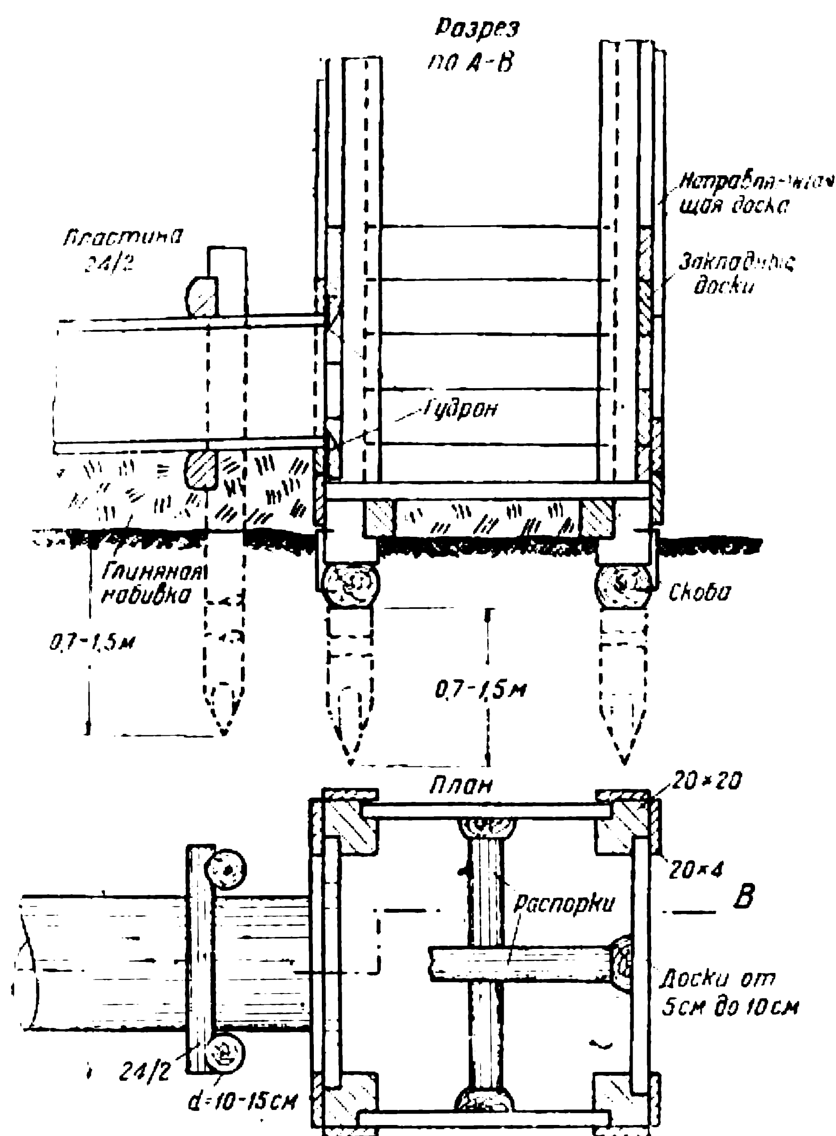
При значительной глубине колодцев следует применять через каждые 1,5—2,0 *м* распорки.

§ 61. Водоотводные трубы, а также самый колодец необходимо устанавливать на надежное основание.

Так как трубы до замыва их грунтом будут стремиться всплыть и их необходимо закреплять, лучше всего применить конструкцию, показанную на фиг. 129, где те же сваи будут служить и основанием для труб. Трубы заделываются в колодец весьма тщательно для того, чтобы не было засасывания грунта в месте присоединения трубы к колодцу.

§ 62. Уложенные трубы в месте пересечения с упорными призмами должны быть тщательно заделаны (см. § 39).

§ 63. Колодцы и трубы рассчитываются на пропуск расхода осветленной воды при минимальном напоре в начальный период работы водослива, причем напор по периметру водослива не должен превышать 10—15 *см*.



Фиг. 129. Конструкция колодца и крепление труб.

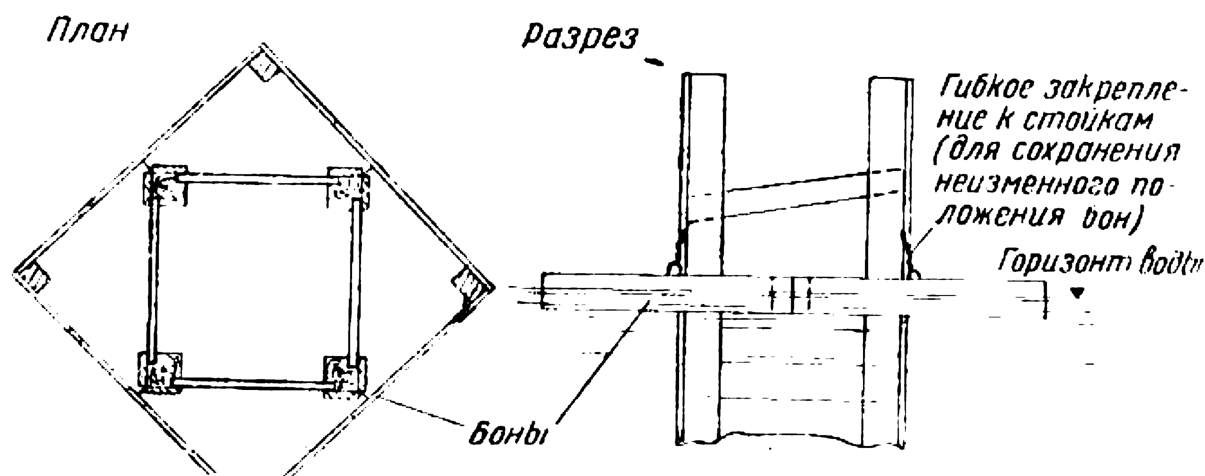
В случае, когда одного колодца недостаточно или когда сооружение разделено на участки (карты), устраивается несколько колодцев, причем на каждом участке по условиям надежности работы желательно иметь не менее двух колодцев.

§ 64. Во избежание засорения колодцев и труб их надо ограждать плавающими бонами (фиг. 130).

Для осмотра и обслуживания колодцев к ним всегда должен быть обеспечен доступ.

Примечание. Для выемки из колодца попавших туда посторонних предметов возле каждого колодца должны быть соответствующие приспособления (багры).

§ 65. Наращивание водосливов должно производиться по возможности равномерно по всему периметру колодца с тем, чтобы слив воды шел по всему периметру равномерно.

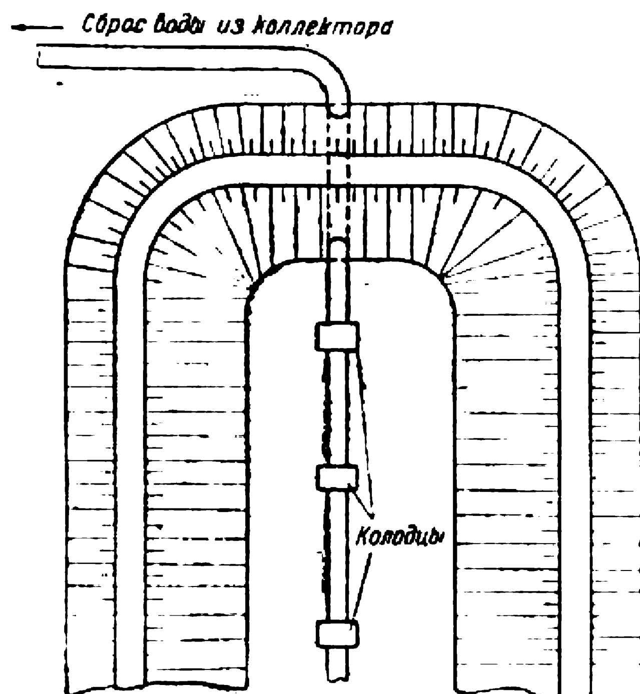


Фиг. 130. Ограждение колодцев бонами.

§ 66. Основной недостаток шахтных колодцев с водоотводными трубами заключается в том, что трубы, находящиеся на достаточной глубине и идущие поперек плотины, нежелательно оставлять в теле сооружения, а извлечение их является достаточно трудоемкой работой. При наличии ряда колодцев можно рекомендовать способ, примененный на Волгострое: соединять шахтные колодцы коллектором, идущим вдоль оси сооружения, а из него выпуск воды производить в одном месте (фиг. 131).

Означенный коллектор остается в теле сооружения (разумеется, он должен быть надежной конструкции во избежание его раздавливания, см. § 60), причем он весь по возможности должен быть заилен по окончании намыва.

§ 67. Отвод осветленной воды с помощью сифонов не имеет недостатка, отмеченного в предыдущем параграфе.



Фиг. 131. Схема отвода воды из ряда колодцев с помощью коллектора.

Примечания. 1. К башне, расположенной в теле плотины, относится все сказанное об эстакадах в § 52 и 53.

2. Размеры сифонов и их число назначаются для обеспечения нормального отвода осветленной воды, так же как и при шахтных водосливах.

3. Меры против засорения сифонов см. § 64.

§ 68. Основным недостатком сифонов является их применимость только при сравнительно небольших размерах плотины, а также при небольшом расходе сбросной воды.

При больших размерах плотины и большом расходе воды конструкция подвесных сифонов сильно усложнится, а перекладка сифонов, укладываемых на откосах, естественно затруднится (фиг. 132).

§ 69. При больших размерах плотины и особенно когда осветленная вода может быть подана в напорный трубопровод для разработки грунта или для его гидравлического транспортирования, отвод осветленной воды лучше всего производить путем откачки ее насосами. Расположение насосов, а также забор воды лучше всего применять по схеме согласно фиг. 133.

§ 70. Само собой разумеется, что при откачке воды насосами должно быть обеспечено ее наибольшее осветление, в противном случае наступит весьма быстрый износ насосов[1].

Пловучие насосные станции следует применять в случаях деления плотины на участки и тогда осветленная вода насосами перекачивается на сброс (менее выгодный вариант).

---

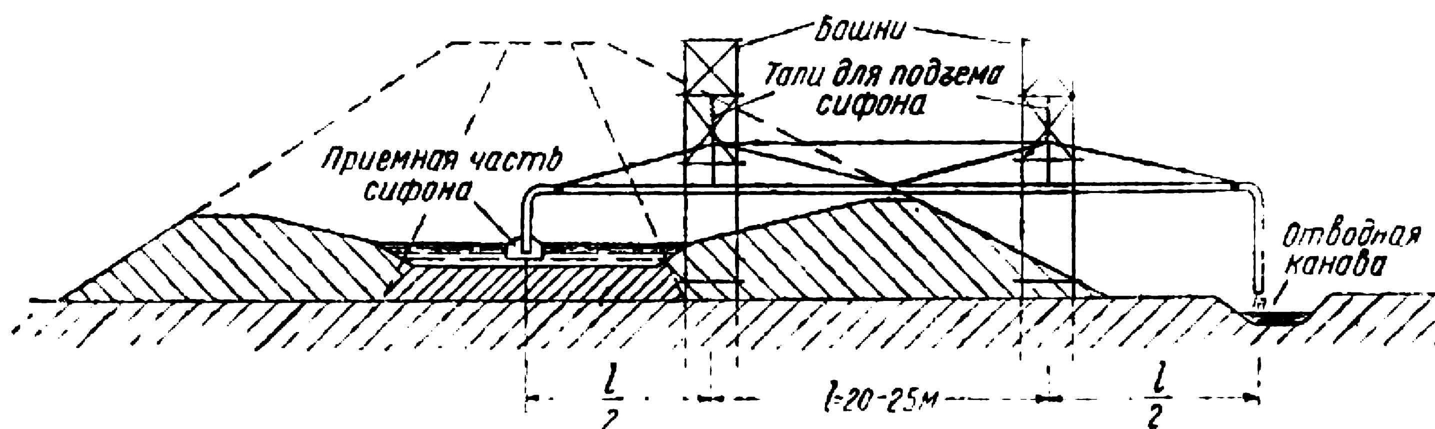
[1] В этих случаях вместо насосов следует применять землесосы.

VIII. ОДНОСТОРОННИЙ НАМЫВ И НАМЫВ В ВОДУ

§ 71. Односторонний намыв плотины с ядром проводится по тем же правилам, что и двухсторонний.

§ 72. Односторонний намыв плотины без ядра, как ясно из самого определения, производится путем выпуска пульпы с одной стороны. Следовательно ограждающие дамбочки также насыпаются только с одной стороны. Противоположный (внутренний) откос образуется потоками пульпы, а поэтому он весьма пологий (см. § 41).

Примечание. В случае одностороннего намыва на внутреннем откосе при определенных удельных расходах возможно образование экранного слоя, переходящего в понур при намыве нижней части в воду.



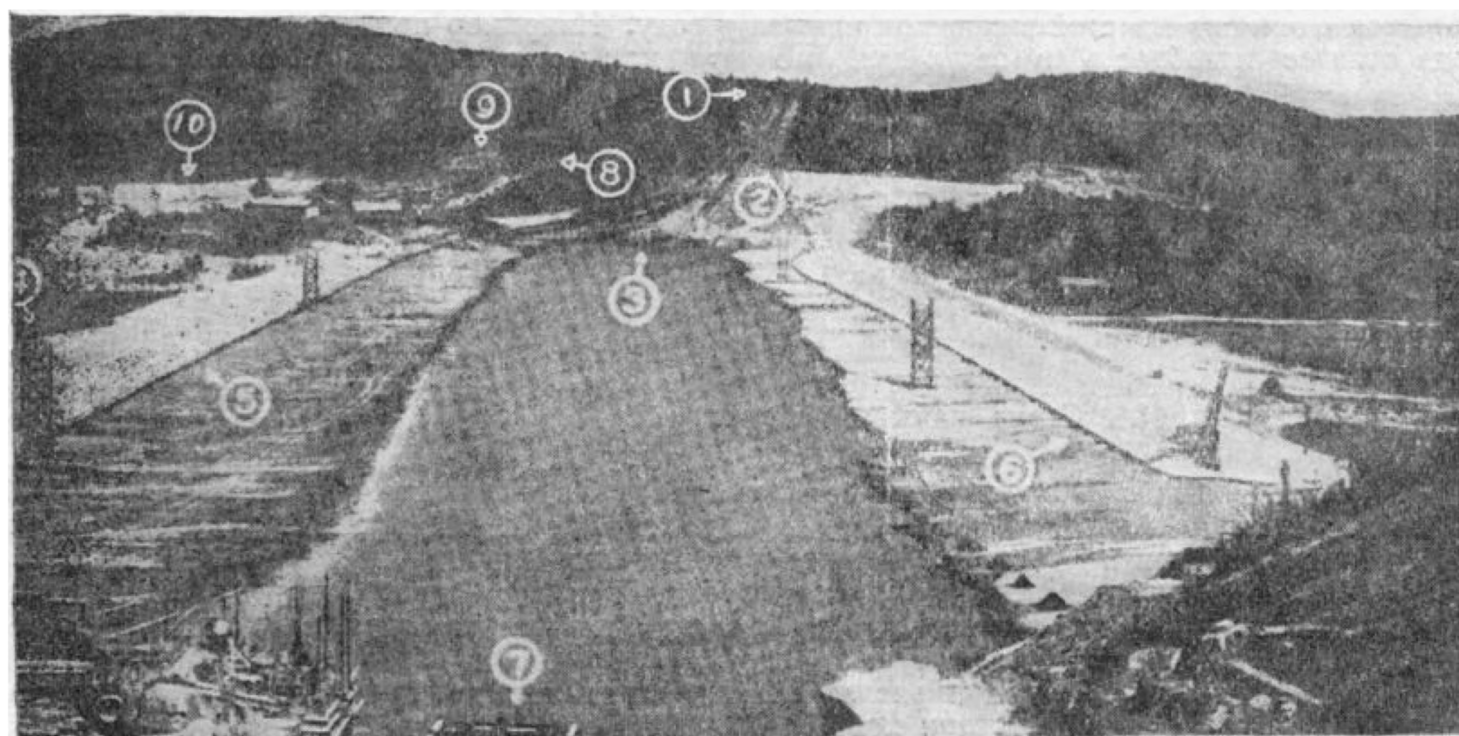
Фиг. 132. Схема отвода осветленной воды сифонами по системе инж. Астежева.

§ 73. Намыв плотины без ядра при двухстороннем выпуске пульпы и прудом посредине может быть достигнут при условии, когда скорости в прудке сравнительно велики и не допускают оседания частиц на дно для образования ядра.

§ 74. При намыве в воду следует различать два случая:

первый — намыв в стоячую или весьма медленно текущую воду (скорости порядка 0,1—0,2 *м/сек*):

второй — намыв в воду, текущую со скоростями выше 0,2 *м/сек*.



Фиг. 133. Установка по намыву плотины Квеббин в США:

1 — приемный бункер и контрольная станция; *2* — 700-*мм* трубопровод для чистой воды; *3* — пловучая насосная установка (на барже); *4* — башня с прожекторами; *5* — верховой пульповод; *6* — низовой пульповод; *7* — ящик-успокоитель; *8* — главный конвейер; *9* — верхний карьер; *10* — нижний карьер.

§ 75. При намыве в стоячую воду сразу же за намываемым профилем образуется слой отложений пылевато-илистых и глинистых частиц (вроде понура), которые в процессе намыва оказываются в основании профиля.

Мощность слоя отложений зависит от удельного расхода и консистенции пульпы, содержания пылевато-илистых частиц в пульпе, а также от глубины слоя воды, в которой производится намыв.

Следовательно намываемый профиль неоднороден.

Подводные откосы основного профиля достаточно крутые и для песков — 1 : 1,5.

Фракционирование грунта — самое беспорядочное.

Для предотвращения образования слоя отложений необходимо намыв вести с высокими удельными расходами грунта, а также выбирать карьеры по возможности однородные и не содержащие пылевато-илистых и глинистых частиц [1].

§ 76. При намыве в текущую воду в зависимости от скорости течения потока из состава профиля вымываются частицы той или иной крупности и намываемый профиль можно получить достаточно однородным.

Заложение откосов при этом будет тем больше, чем больше скорость потока и чем меньше гидравлическая крупность частиц.

Примечания. 1. Из § 76 следует, что при выборе карьера следует учитывать, что намыв определенного профиля при заданных скоростях течения возможен лишь из грунтов определенного размера.

2. При больших скоростях потока, когда вертикальная составляющая скорости потока больше гидравлической крупности частиц, намыв невозможен и необходимо принятие мер для уменьшения скоростей в водоеме, в который производится намыв.

§ 77. Намыв плотин в воду может производиться двумя способами:

первый — равномерно распределенный — из отверстий в стенках труб или лотков и из отдельных выпусков;

второй — сосредоточенный намыв из конца трубопровода или лотка.

Примечание. Все недостатки намыва из мелких отверстий и выпусков, а также меры для их устранения, отмеченные в § 31, 32, 33, 34 и 35, относятся также и к намыву в воду.

§ 78. Сосредоточенный намыв из конца трубопровода обычно применяется при устройстве перемычек в воде и по сравнению с равномерно-распределенным намывом имеет то преимущество, что не требует постройки эстакады на длину намываемого участка, так как эстакада может наращиваться в процессе намыва (см. описание намыва Волжской плотины гл. III, п. I).

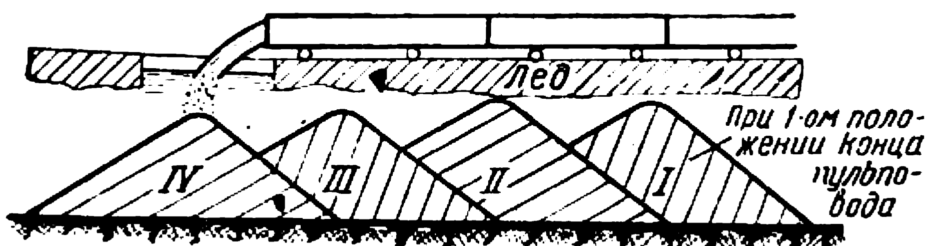
IX. НАМЫВ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

§ 79. В зимних условиях следует различать два вида намыва:

1) намыв в воду — под лед;

2) намыв насухо — двухсторонний и односторонний.

§ 80. Намыв в воду под лед может применяться только сосредоточенным выпуском из конца трубы [2]. По условиям производства работ намыв под лед в некоторых случаях является одним из простейших видов намыва в воду. Например при достаточной прочности льда отпадает надобность в эстакадах, что при намыве в глубокий водоем чрезвычайно упрощает работу (фиг. 134).



Фиг. 134. Схема намыва под лед.

§ 81. Намыв насухо как двухсторонний, так и односторонний допускается лишь при обеспечении бесперывного намыва на всей площади намываемого участка, так как при прекращении намыва образуется ледяная корка, а при намыве отдельными концентрированными потоками неизбежно образуются наледи.

Примечание. В случае вынужденного прекращения намыва и образования ледяной корки последняя должна быть снята и удалена до намыва, причем факт ее удаления должен быть засвидетельствован представителем технической инспекции [3].

§ 82. Предельная томпература, при которой допускается намыв, зависит от применяемых при намыве удельных расходов. При больших удельных расходах намыв можно разрешить и при более низкой температуре.

До получения более точных экспериментальных данных намыв насухо, с соблюдением правил § 81, можно разрешить при морозах 10—12°[4].

§ 83. Для производства работ по намыву в зимних условиях необходимо:

1. Произвести отепление всех задвижек на пульповодах магистральной и распределительной сетей, а также отеплить устройства по отводу осветленной воды (сами пульповоды по имеющемуся опыту в отеплении не нуждаются).

[1] По данным опытов лаборатории гидромеханизации Строительства Куйбышевского гидроузла.

[2] Применение лотков в зимних условиях менее целесообразно вследствие обмерзания их краев.

[3] Наблюдались случаи, что образовавшаяся при прекращении намыва ледяная корка последующим намывом оттаивалась, однако рекомендовать намыв на ледяную корку нельзя.

[4] Намыв пазухи ГЭС Волжского района осуществлялся автором настоящей инструкции при морозах 12—14°.

2. Устроить выпуски, обеспечивающие освобождение пульповодов от пульпы (или от воды).

3. Полностью ликвидировать всякие течи из труб на эстакадах, так как они образуют наледи и могут привести к обрушению эстакад.

Примечание. Само собой разумеется, что на всех участках работ по намыву — разработка и транспортировка грунта до сооружения — должны быть проведены мероприятия для обеспечения работ в зимних условиях.

X. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ И ОБЯЗАННОСТИ РАБОЧИХ

§ 84. Намыв осуществляется по утвержденному рабочему проекту с соблюдением правил данной инструкции.

§ 85. Руководителю намыва по схеме организации работ безусловно подчинены все другие работы, как-то: разработка и транспортировка грунта.

Для предупреждения возможных аварий должна быть обеспечена надежная телефонная связь (лучше всего по прямому проводу) между руководителем намыва и работающими на промежуточных операциях.

Кроме этого должна быть налажена световая или иная сигнализация для возможности немедленного прекращения подачи пульпы на намываемую плотину либо путем переключения пульпы на сброс вне ссоружения (§ 44) либо путем полной остановки разработки и транспортировки грунта.

Примечания. 1. На сооружении должен быть аварийный запас щитов, кулей, брезентов, досок, пакли и др., которые дали бы возможность быстрой ликвидации прорыва дамбочки.

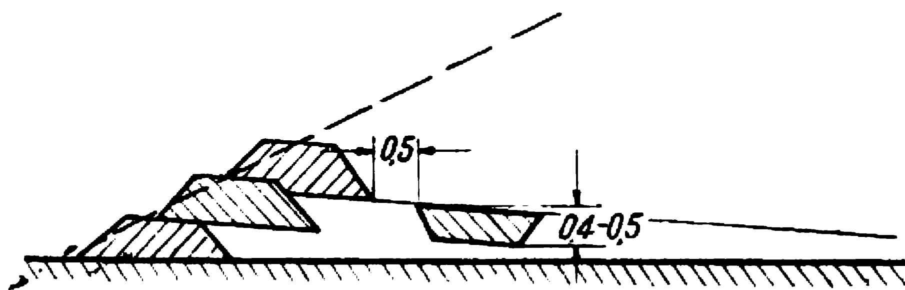
2. Для большей надежности следует наладить автоматическую сигнализацию, например у шахтных водосливов, на случай внезапного подъема горизонта воды в прудке и др.

§ 86. Рабочие, обслуживающие намыв, должны быть хорошо проинструктированы.

Каждой бригаде, каждому рабочему отводится свое место, за работу на котором они несут ответственность.

§ 87. При ручном обваловании рабочий по обвалованию:

а) По установленным лекалам ведет обвалование — насыпку ограждающих дамбочек (см. § 38), беря грунт с внутреннего откоса упорных призм, на расстоянии не ближе 0,5 *м* от подошвы внутреннего откоса дамбочки и не создавая при этом ям глубже 0,4—0,5 *м* (фиг. 135).



Фиг. 135. Схема ведения обвалования.

б) На своем участке работы производит прочистку выпуска (или выпусков, или отверстий) в случае его засорения и при невозможности его прочистки сообщает об этом через рабочего, регулирующего выпуска, прорабу по намыву.

в) Регулирует с помощью щитов (§ 49) потоки пульпы, не допуская образования концентрированных потоков течения вдоль дамбочек и образования застойных участков, ведущих к образованию „карманов".

Примечание. Уплотнение мелкозернистых отложений с помощью вибраторов производится по особой инструкции.

§ 88. Рабочий-регулировщик на выпусках:

а) следит за равномерностью намыва и по указанию прораба регулирует работу выпусков — открывает и закрывает их;

б) следит за нормальной работой всех выпусков и прочищает их в тех случаях, когда рабочие по обвалованию этого не могут сделать, а также докладывает прорабу о неисправности того или иного выпуска.

§ 89. Дежурные плотники производят ремонт и другие работы по указанию прораба или десятника согласно § 26. Кроме этого из них же выделяется один для обслуживания водосливов, в обязанности которого входит: следить за нормальной работой водослива, не допускать попадания в него посторонних предметов, очищать его в случае засорения, а также наращивать и раскреплять его согласно указаниям прораба.

Примечание. Учитывая изложенное в § 91, к обслуживанию шахтных колодцев следует привлекать физически крепких и ловких рабочих.

XI. БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТ ПО НАМЫВУ

§ 90. Для нормального ведения работ, а также с точки зрения безопасности участок работ в ночное время должен быть достаточно освещен.

При этом особо должны быть освещены подходы к шахтным колодцам и сами колодцы.

§ 91. Так как падение в шахтный колодец как в неработающий, так и особенно в работающий представляет собой почти смертельную опасность для человека, все колодцы должны

иметь по всему периметру на высоте 1—1,5 *м* от горизонта слива воды надежное ограждение.

К колодцам также должен быть вполне удобный и безопасный доступ как для осмотра, так и для прочистки и наращивания или ремонта.

§ 92. Для обслуживания пульповодов, уложенных на эстакадах, устраивается дощатый настил вдоль них согласно § 25. При намыве во время морозов, когда может происходить обледенение настила, последний должен насыпаться песком или лед с него должен удаляться.

§ 93. Рабочие по обвалованию, обслуживающие выпуска колодца, а также производящие наращивание труб или лотков в процессе намыва, обеспечиваются резиновыми сапогами, брезентовыми костюмами и брезентовыми рукавицами, а в осенне-зимний период времени — теплой одеждой.

§ 94. Для сушки промокшего верхнего платья рабочих по намыву вблизи места намыва должна быть устроена сушилка, где в минимально короткий срок можно было бы просушить одежду.

Примечание. Пользование сушилкой происходит с разрешения прораба по намыву.

XII. УЧЕТ И КОНТРОЛЬНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ ПРИ НАМЫВЕ

§ 95. Основной задачей учета и контрольно-исследовательской работы является:

1) учет намытой кубатуры;
2) контроль выполнения всех правил инструкции по производству намыва;
3) установление качества намываемого сооружения;
4) постановка приборов для наблюдения за поведением сооружения в процессе намыва и эксплоатации, а также систематический сбор опытных данных для дальнейшего улучшения проектирования и производства работ по намыву.

§ 96. Для этого на намываемом сооружении и на карьере организуются полевая лаборатория и контрольные посты, которые осуществляют полевой и лабораторный контроль согласно § 95 на карьере и на намываемом сооружении по специальной инструкции.

РАСЧЕТ РАСКЛАДКИ ФРАКЦИЙ В НАМЫВНОЙ ПЛОТИНЕ С ЯДРОМ ПО СПОСОБУ ИНЖ. Г. Н. РОЕРА[1]

Основные положения

1. Объем ядра ($v_я$) составляет 25—30% от всего объема плотины [следовательно объем призм ($v_п$) = 70 — 75%].

2. Из отстойного прудка сбрасываются все фракции $d < 0{,}005$ *мм* и частично фракции $d = 0{,}01 — 0{,}05$ *мм*.

3. В ядре в основном откладываются фракции $d < 0{,}25$ *мм*, частиц 0,25—0,50 *мм* — не более 25%. (На основе опыта построенных плотин Г. Н. Роер принимает предельный диаметр частиц ядра 0,25 *мм*.)

Задаваясь процентом сброса — p от общего объема грунта, находим процентное распределение грунта карьера между ядром и боковыми призмами с учетом сброса путем умножения объема ядра или боковых призм на (100—p).

Таблица 54

Наименование	Гранулометрический состав грунта в %									Сумма	Распределение грунта в % между ядром и призмами
	< 0,005	0,005—0,01	0,01—0,05	0,05—0,10	0,10—0,25	0,25—1,0	1,0—5	5,0—10,0	> 10,0		
Средний состав карьера	—	8,7	8,0	73,3	5,8	4,2	—	—	—	100	—
Ядро	—	—	6,7 / 24,8	17,6 / 65,2	2,7 / 10	—	—	—	—	27 / 100	30
Боковые призмы	—	—	—	55,7 / 88,4	3,1 / 4,9	4,2 / 6,7	—	—	—	63 / 100	70
Сброс	—	8,7 / 87,0	1,3 / 13,0	—	—	—	—	—	—	10 / 100	—
											100

Примечание. Цифры в знаменателе обозначают процентное содержание фракций от объема ядра, призмы или сброса.

[1] Инж. Г. Н. Роер, Намывные и полунамывные плотины, 1938, ч. IV, § 3.

Исходя из принятых выше положений, из состава карьерного грунта по группам фракций вычитаем процент сброса (отмыва), получаем процент распределения по фракциям в ядре в сумме, установленной ранее: $30 \cdot \frac{100-10}{100} = 27\%$. Наконец, вычитая из состава грунта карьера идущий в сброс и ядра, получаем процент состава в боковых призмах.

Пример расчета. Профиль левобережной Шекснинской дамбы Волгостроя (табл. 54).

Принимаем $p_{сброса} = 10\%$, объем ядра $v_я = 30\%$.

В ядре частиц $d = 0{,}10 - 0{,}25$ будет 10%.



Бюро технического отчета
канала Москва — Волга
„Гидромеханизация"



Сдано в набор 20/X 1939.
Подписано к печ. 31/III 1940.
Формат 70 × 105 1/16. Печ. л.
13,75, Уал 22,16. Тираж
3500 экз. Уполн. Главлита
А-27 178. Учетный № 6025.
Индекс С-55-5-3. Цена 9 руб.
Пер. 2 руб.



Типография им. Володарского
Фонтанка, 57.



